

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

С. В. Мейен

**ЛИСТЬЯ
НА КАМНЕ**



Российская Академия Наук
Геологический институт



Russian Academy of Sciences
Geological Institute



S.V. Meyen

LEAVES ON THE STONE

Reflections on palaeobotany, geology, evolution and on the means
of the cognition of living

Responsible editors:
M.A. Akhmetiev, I.A. Ignatiev

Moscow
GEOS
2001

С.В. Мейен

ЛИСТЬЯ НА КАМНЕ

Размышления о палеоботанике, геологии,
эволюции и путях познания живого

Ответственные редакторы:
М.А. Ахметьев, И.А. Игнатьев

Москва
ГЕОС
2001

ББК 26.323

М 45

УДК 561

Мейен С.В. Листья на камне: Размышления о палеоботанике, геологии, эволюции и путях познания живого. – М.: ГЕОС, 2001. – 493 с. (Труды Геологического института РАН. Научно-популярная серия; Вып. 1).

ISBN 5-89118-234-3

В книгу вошли популярные статьи выдающегося отечественного палеоботаника, биолога, стратиграфа и методолога науки Сергея Викторовича Мейена (1935–1987), посвященные вымершим растениям, а также актуальным проблемам геологии, стратиграфии, теории эволюции и теоретической биологии. Содержание книги позволяет использовать ее как популярный учебник эволюционной палеоботаники.

Книга рассчитана на преподавателей и студентов биологических и геологических специальностей вузов, учителей старших классов средней школы, а также на широкий круг лиц, интересующихся палеоботаникой, геологией и общими проблемами биологии.

Редакционная редколлегия:

Ю.Г. Леонов (главный редактор), *М.А. Ахметьев*, *Ю.О. Гаврилов*,
М.П. Долуденко, *М.В. Дуранте*, *И.А. Игнатьев* (ответственный секретарь), *Ю.В. Карякин*, *С.А. Куренков*, *М.А. Семихатов*

Menut S.V. Leaves on the stone: Reflections on palaeobotany, geology, evolution and on the means of the cognition of living. – Moscow: GEOS, 2001. – 495 p. (Transactions of Geological Institute RAS. Scientific popular series; Vol. 1).

The book includes popular articles of Sergei Viktorovich Meyen (1935–1987) – an eminent Russian palaeobotanist, biologist, stratigrapher and science methodologist. These articles are concerned with fossil plants and also with actual problems of geology, stratigraphy, evolutionary theory and theoretical biology. The book may be used as a popular text-book of evolutionary palaeobotany.

The present edition is intended for lecturers and students in biology and geology, school-teachers and also for wide audience of readers who are interested in palaeobotany, geology and general problems of biology.

Editorial Board:

Yu.G. Leonov (Editor-in-Chief), *M.A. Akhmetiev*, *Yu.O. Gavrilov*,
M.P. Doludenko, *M.V. Durante*, *I.A. Ignatiev* (Responsible secretary),
Yu.V. Kariakin, *S.A. Kurenkov*, *M.A. Semikhatov*

© ГИН РАН, 2001

© М.А. Мейен, 2001

© Б.С. Соколов, Предисловие, 2001

© Ю.В. Чайковский, статья, 2001

© ГЕОС, 2001

© Оформление и макет Е.Н.Руденко, 2001

ББК 26.323

М 45

ISBN 5-89118-234-3



ПРЕДИСЛОВИЕ

Ведущий палеоботаник современности Сергей Викторович Мейен (1935–1987) ушел из жизни на самом взлете своей творческой активности, и смерть его была для всех нас, кто знал его и работал вместе с ним, неожиданной и невосполнимой потерей. Автор ставших уже классическими работ по палеоботанике¹, геологии², теории эволюции, теоретической биологии, философии и этике науки, он стал известен большому числу ученых и всем, кто интересуется наукой, как блестящий популяризатор.

Предлагаемая книга как раз и составлена из популярных работ С.В. Мейена. В основном они были опубликованы в журналах «Знание—сила», «Природа» и «Химия и жизнь», а «Листья на камне» — отдельной брошюрой. В этих работах автор решал две основные задачи — сообщал всем интересующимся (особенно это относилось к молодежи, выбирающей себе жизненный путь), что представляет собой его любимая палеоботаника, и заодно рассуждал о вечных, как само научное познание, проблемах эволюции — геологической и биологической. Эти популярные работы подчас казались не связанными друг с другом развлекательными заметками, но в действительности их связывает единая глубокая мысль — мысль о единстве природы, познаваемом через законы ее развития, эволюции. Эти законы он категорически отказывался трактовать в рамках какой-либо одной доктрины, как это, увы, часто делали и делают его коллеги. Для С.В. Мейена было несомненным то, что всякое достаточно разработанное и защищаемое квалифицированными учеными направление мысли содержит какой-то аспект истины. Именно аспект. Другими словами, С.В. Мейен всегда старался понять, с какой точки зрения, при каком взгляде на фактический материал данная теория отражает суть дела.

Несколько раз это ему блестяще удавалось.

¹ Кордаитовые верхнего палеозоя Северной Евразии (морфология, эпидермальное строение, систематика и стратиграфическое значение). М.: Наука, 1966. 184 с. (Тр. ГИН АН СССР; Вып. 150); Понятие о флоре и растительности геологического прошлого. Принципы палеофлористического районирования // В.А.Вахрамеев и др. Палеозойские и мезозойские флоры Евразии и фитогеография этого времени. М.: Наука, 1970. С. 7-21. (Тр. ГИН АН СССР; Вып. 208); Основы палеоботаники. М.: Недра, 1987. 403 с.

² Введение в теорию стратиграфии. М.: ВИНТИ, 1974. 186 с. (Деп. рук. №1479-74 Деп.)

Так, в 1974 году он опубликовал в «Журнале общей биологии» свой парадоксальный вывод о том, что дарвинизм и номогенез – не противоположные, а взаимодополняющие друг друга взгляды на эволюцию живого³.

В 1978 году в сборнике «Диалектика развития в природе и научном познании» он сделал то же самое для двух, казалось бы, противоположных взглядов на само научное познание – редукционизм и холизм. Если редукционисты утверждают, что всякая целостность познается через понимание строения и работы каждого элемента, а холисты уверены в противоположном (что целое имеет собственные законы, через которые только и раскрывается суть и работа каждого элемента структуры), то Мейен сумел наглядно показать, что оба взгляда взаимодополнительны и лишь совместно могут обеспечить полноценное познание окружающего нас мира⁴.

Наконец, в 1982–1986 годах Мейен сумел внести принципиальную новизну в, казалось бы, вечный и безнадежный спор монофилетиков и полифилетиков. Первые ищут всюду общих предков, родство, тогда как вторые доказывают независимое друг от друга происхождение тех же групп организмов. И вот Мейен, обобщив весь наличный палеоботанический материал по высшим растениям, пришел к парадоксальному выводу: все высшие растения монофилетичны, если не понимать под монофилией наличие физически общего предка, а трактовать его как общность исходного разнообразия морфологических структур.

В предлагаемой книге тоже есть такое соединение идей, казалось бы несоединимых: автор настойчиво стремится показать, что взгляд на эволюцию живого как на последовательность приспособлений к условиям существования имеет смысл, но лишь как взгляд, требующий корректировки с дополнительной ему позиции, признающей самодовлеющий характер законов разнообразия, из которых наиболее прост и известен закон гомологических рядов Н.И. Вавилова.

Не все популярные статьи С.В. Мейена смогли войти в данную книгу. Полный список его трудов можно найти в сборнике работ С.В. Мейена «Проблемы теоретической стратиграфии»⁵.

Академик Б.С. Соколов

³ О соотношении номогенетического и тихогенетического аспектов эволюции // Журн. общ. биологии. 1974. Т. 35, № 3. С. 353–364.

⁴ Проблема редукционизма в биологии // Диалектика развития в природе и научном познании. М.: ИНИОН АН СССР, 1978. С. 135–169.

⁵ М.: Наука, 1989.

* * *

Настоящее издание подготовлено учениками и коллегами С.В. Мейена, сотрудниками лаборатории палеофлористики Геологического института Российской академии наук М.А. Ахметьевым, А.В. Гоманьковым, М.П.Долуденко, И.А. Игнатьевым, Т.В. Макаровой, Ю.В. Мосейчик и вдовой автора – М.А. Мейен. В подготовке рукописи приняли также участие академик Б.С. Соколов, С.Г. Смирнов и Ю.В. Чайковский.

Статьи С.В. Мейена печатаются по первоначальным публикациям с минимальными текстовыми изменениями: исправлены явные опечатки и редакторские погрешности, унифицирована транслитерация имен иностранных ученых и географических названий. Заменены и добавлены некоторые иллюстрации. В некоторых случаях составители сочли необходимым снабдить текст статей С.В. Мейена редакционными примечаниями, которые способствуют лучшему его пониманию, сообщают некоторые дополнительные сведения, либо знакомят читателя с последними научными достижениями по рассматриваемому вопросу. Эти примечания сопровождаются пометкой (*Ред.*) Ссылки в тексте на рисунки сохраняются только в тех случаях, если они были в первоисточниках. Остальные примечания принадлежат С.В. Мейену.

Некоторые статьи печатаются с незначительными сокращениями. Соответствующие места отмечены многоточиями. В то же время, при составлении сборника решено было отказаться от систематического сокращения тех мест в отдельных статьях, где с разной степенью углубленности, общедоступности или под разным углом рассматривается одна и та же тема. Как известно, повторение – основа всякого учения и научения, а настоящая книга ставит перед собой и учебные задачи. Статьи в сборнике расположены таким образом, чтобы читатель имел возможность, с одной стороны, постепенно, через повторение, получать все более глубокие и разносторонние сведения, а с другой – в любой момент остановиться на том уровне погружения в предмет, который соответствует его склонностям и интересам.

Составители выражают глубокую признательность Дирекции Геологического института Российской академии наук, выделившей необходимые средства на издание книги, и коллективу издательства ГЕОС, его осуществившего. Выходу книги способствовала поддержка по проекту РФФИ № 00-15-98490 (“Ведущие научные школы”).

С.В. МЕЙЕН (1935–1987)

БИОГРАФИЧЕСКАЯ СПРАВКА¹

Сергей Викторович Мейен (1935–1987) по праву считается одним из наиболее выдающихся российских палеоботаников прошедшего столетия, во многом определивших лицо этой науки в период ее расцвета в 70-е–80-е годы. Одаренная, творческая натура, цельная, высоко духовная личность – он с одинаковым блеском проявил свои способности в области эволюционной теории, стратиграфии, палеофитогеографии, морфологии растений, натурфилософии, этике и методологии науки. Перу С.В.Мейена принадлежат сотни научных исследований и популярных статей.

Сергей Викторович родился в Москве 17 декабря 1935 года. С 10 лет увлекся палеонтологией, посещал палеонтологический кружок при Палеонтологическом музее, а также лаборатории Палеонтологического института АН СССР (ныне – РАН), где с ним занимались известные палеонтологи Р.Ф.Геккер, Т.А.Добролюбова, Е.И.Иванова, Н.В.Кабакович, Б.А.Трофимов и К.К.Флеров.

В 1953 году он поступил на геологический факультет Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова, на кафедру палеонтологии. Среди преподавателей, о которых Мейен вспоминал с особой признательностью, были палеонтологи Ю.А.Орлов, В.В.Друщиц, Н.А.Пославская, В.А.Сытова и ботаники В.Н.Вехов, К.И.Мейер и Л.В.Кудряшов.

В 1956 году, учась на 3 курсе, Мейен познакомился с известным специалистом по позднепалеозойским флорам Ангарида М.Ф. Нейбург (1894–1962), работавшей в Геологическом институте АН СССР (ныне – РАН), которая сориентировала его на изучение позднепалеозойской флоры Тунгусского бассейна.

В 1958 году после окончания университета с отличием С.В.Мейен был принят на работу в лабораторию палеофлористики Геологического института АН СССР, где трудился до конца своих дней, став, незадолго до кончины, ее заведующим.

¹ Более подробно биография и научное творчество С.В. Мейена освещены в «Биографическом очерке», написанном А.В. Гоманьковым для посмертно изданного сборника работ Сергея Викторовича по теории стратиграфии (*С.В. Мейен. Введение в теорию стратиграфии*. М.: Наука, 1989. С. 13–20). Воспоминания и другие материалы, связанные с жизнью и деятельностью Мейена, можно найти в сборнике «Материалы симпозиума, посвященного памяти Сергея Викторовича Мейена (1935–1987). Москва, 25–26 декабря 2000 г.». М.: ГЕОС, 2001, 301 с.

В 1964 году С.В. Мейен защитил кандидатскую диссертацию «Кордаитовые верхнего палеозоя Северной Евразии (морфология, эпидермальное строение, систематика и стратиграфическое значение)», а в 1969 году – докторскую диссертацию «Сравнительно-исторический анализ каменноугольных и пермских флор Евразии».

Вклад С.В. Мейена в развитие отечественной и мировой палеоботаники поражает масштабом и глубиной. Возможно, по достижении определенной исторической дистанции, будут говорить об «эпохе Мейена» в истории науки об ископаемых растениях. Достаточно упомянуть такие выдающиеся достижения Мейена, как созданная им в последние годы жизни оригинальная система голосеменных растений («Основные черты систематики и филогении голосеменных по палеоботаническим данным», 1984 г.) и глобальная модель флорогенеза, получившая название концепции «фитоспредиинга» (1986 г.).

С.В. Мейен сформулировал основополагающие принципы палеофлористического исследования, лежащие в основе работ последователей палеофитогеографической школы Геологического института РАН. Он является одним из главных авторов современной схемы палеофитогеографического районирования для позднего палеозоя («Палеозойские и мезозойские флоры Евразии и фитогеография этого времени», 1967 г., в соавторстве с В.А. Вахрамеевым, И.А. Добрускиной и Е.Д. Заклинской).

Описательные, в том числе монографические работы С.В. Мейена («Татаринская флора (состав и распространение в поздней перми Евразии)», 1986 г., в соавторстве с А.В. Гоманьковым; и др.) стали образцом детального морфолого-анатомического исследования ископаемых растений для многих отечественных палеоботаников.

С.В. Мейен создал свою палеоботаническую школу, имеющую учеников и последователей на всем пространстве бывшего СССР.

Венцом палеоботанического творчества Мейена стала капитальная сводка «Основы палеоботаники» (1987 г.), переведенная на английский и китайский языки.

В области геологии С.В. Мейен является одним из создателей межрегиональной стратиграфической схемы верхнего палеозоя Ангариды и международной стратиграфической шкалы карбона («Предложения по созданию Международной стратиграфической шкалы карбона», 1975 г., в соавторстве с А.Бурозом, Р.Г. Вагнером, М. Гордоном и О.А. Эйнором). Особым вкладом Мейена в стратиграфическую геологию стала оригинальная концепция теоретической стратиграфии, в рамках которой была впервые выявлена концептуально-логическая структура этой науки («Введение в теорию стратиграфии», 1974 г. и др.).

Палеоботаника и стратиграфическая геология явились важным ис-

точником для эволюционных, общебиологических и методологических исследований С.В. Мейена. Еще в университете он увлекся теорией эволюции, испытал влияние концепции номогенеза Л.С. Берга. В конце 60-х – начале 70-х годов значительное воздействие на формирование эволюционных и теоретико-биологических взглядов Мейена оказал видный русский биолог и энтомолог А.А. Любищев (1890–1972).

В 1974 году Мейен выступил с оригинальной эволюционной концепцией, в которой попытался синтезировать идеи номогенеза и синтетической теории эволюции. В том же году им были сформулированы основные идеи мерономии – учения о расчленении объектов, с тех пор прочно вошедшего в фундамент современной теории классификации.

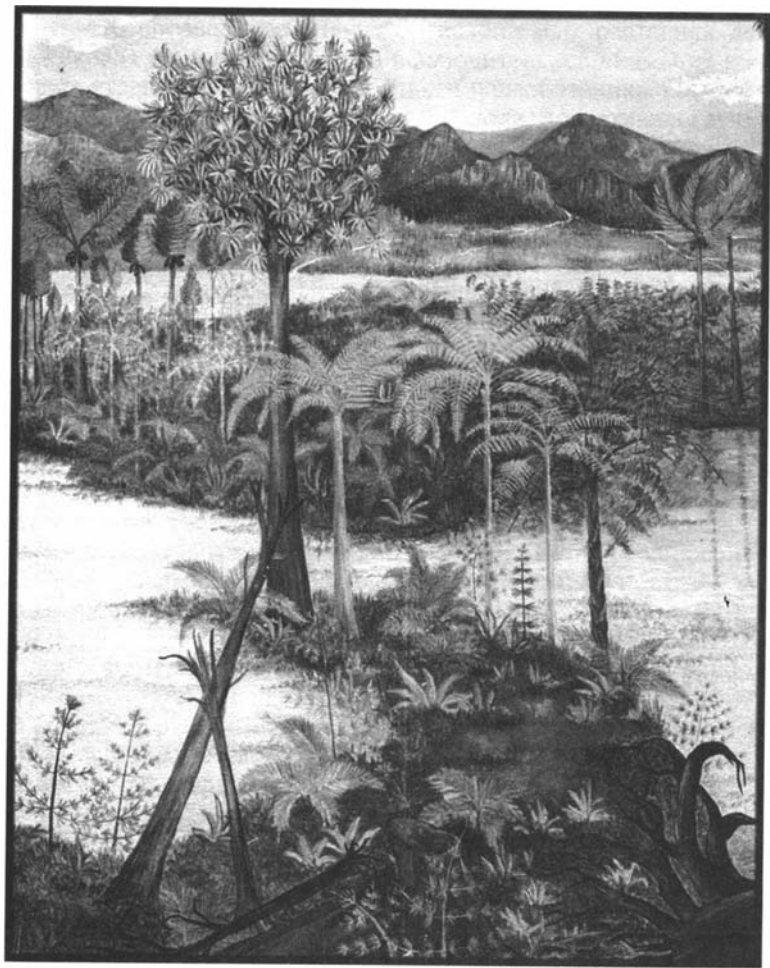
В работах второй половины 70-х – начала 80-х годов С.В. Мейен дал глубокий анализ проблемы направленности эволюции, редуционизма в биологии, основных аспектов типологии организмов, номотетической морфологии растений, времени в геологии, наиболее общих принципов исторических реконструкций в естествознании, типологических аспектов интеграции физического, биологического и социогуманитарного знания, этики науки.

Научные заслуги С.В. Мейена получили широкое признание на родине и за рубежом. В 1972 году он стал генеральным секретарем VIII Международного конгресса по стратиграфии и геологии карбона (Москва, 1975 г.). В 1978 году его избрали вице-президентом Международной организации палеоботаники. В 1979 году Мейен был введен в редколлегию одного из ведущих международных палеонтологических журналов – «Palaeontographica»...

Его жизнь оборвалась резко и неожиданно, в самом расцвете творческих сил и масштабных научных замыслов. Последние годы Мейен страдал тяжелой, неизлечимой болезнью. Перенес операцию, связанную с удалением почки, но до последних дней надеялся выжить и вернуться к работе. 30 марта 1987 года его не стало.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

**ПО СЛЕДАМ
ТРАВ ИНДЕЙСКИХ**



На шмуцтитутле: Реконструкция раннепермского ландшафта района г. Отэна (Франция) (фрагмент). Картина из Музея естественной истории Отэна. Художники Г.Пако и Ж.Пако.

ЛИСТЬЯ НА КАМНЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ

Есть науки, без которых невозможно представить себе нормальное существование цивилизованного человечества. Это химия, физика, математика и многие другие. В этот список едва ли кто впишет палеоботанику. Наверное, это справедливо. Наука об ископаемых растениях действительно никогда не претендовала на исключительное внимание к себе. В некоторых странах не работает ни одного палеоботаника. Очень многие вообще не подозревают, что есть на свете люди, посвятившие всю жизнь изучению листьев, отпечатавшихся на камнях.

Но такие люди есть, и их не так уж мало. Больше того, во многих геологических и биологических учреждениях есть специальные палеоботанические лаборатории, а в Индии даже самостоятельный палеоботанический институт им. Б. Сахни, в торжественной закладке которого принимал участие Джавахарлал Неру. Этот институт был основан вскоре после получения Индией независимости, и правительство молодой республики, несмотря на все трудности тех лет, сочло этот шаг необходимым. Уже этот небольшой пример показывает, что смысл палеоботаники – не просто удовлетворять любознательность исследователей. Но зачем же нужно знать растения, населявшие сушу в незапамятные времена?

Ответом на этот вопрос является вся эта статья и особенно ее последняя часть.

Ископаемые растения были известны еще древним грекам, описывались средневековыми учеными, но только в начале прошлого века палеоботаника оформилась во вполне самостоятельную научную дисциплину. За прошедшие полтора столетия геологами и самими палеоботаниками были собраны огромные коллекции чуть ли не по всему земному шару, описаны тысячи родов и видов вымерших растений, опубликовано множество статей и солидных монографий.

В грубых чертах можно сказать, когда примерно появились первые наземные растения и какими они были, как развивался дальше растительный мир. Но впереди у нас лишь несколько десятков страниц. В них не уложить даже перечень основных событий в царстве растений. Поэтому будем руководствоваться принципом, – не понемногу обо всем, а лишь о чем-то более интересном, но зато подробнее.

Прежде чем приступить к первому рассказу, – одна небольшая оговорка. Большинство терминов, которые пришлось употребить, сразу объясняются в соответствующем месте, но одна группа терминов про-

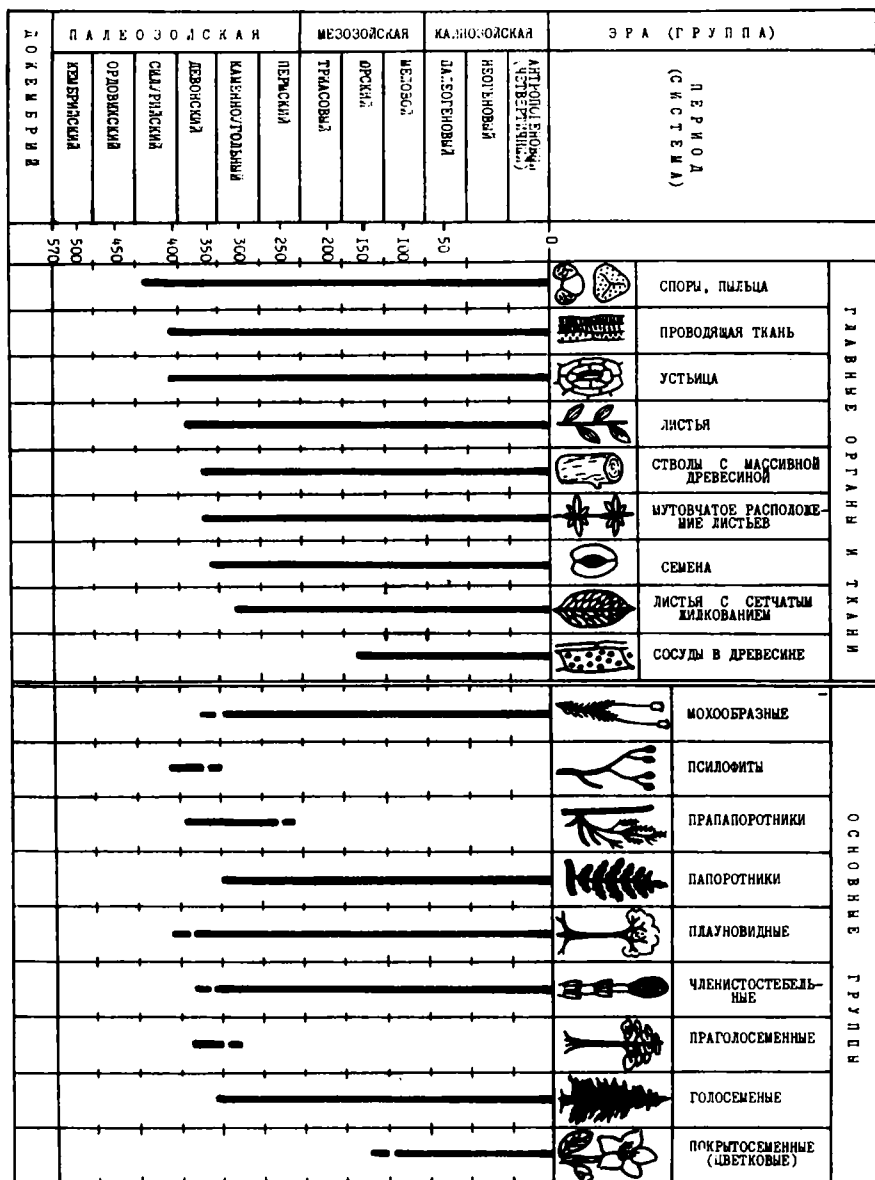


Рис. 1. Геохронологическая шкала (в левой части рисунка): показывающая последовательность эр и периодов (цифры означают миллионы лет). Жирными линиями отмечено время существования наиболее важных органов и тканей, а также основных групп высших растений (бактерии, водоросли и грибы не рассматриваются)

ходит через весь текст, это названия геологических эр и периодов. Поэтому лучше объяснить их в Предисловии.

Нам придется иметь дело лишь с тремя эрами – *кайнозойской* (которая еще продолжается), *мезозойской*, ей предшествовавшей, и *палеозойской*, еще более древней (рис. 1). Первыми периодами палеозойской эры, начавшейся 570 миллионов лет назад, были *кембрийский* и *ордовикский*. В конце третьего, *силурийского*, периода, т.е. примерно 400 миллионов лет назад, появились первые наземные растения¹. Остальные три периода палеозоя – *девонский*, *каменноугольный* и *пермский*. Мезозойская эра, начавшаяся около 230 миллионов лет назад, состоит из *триасового*, *юрского* и *мелового* периодов. Последние 65 миллионов лет (*кайнозойская эра*) делятся на *палеогеновый*, *неогеновый* и *антропогенный* (четвертичный) периоды. Первые два периода кайнозоя раньше составляли один третичный период. Для краткости геологи часто говорят «девон», а не «девонский период». Соответственно говорят «кембрий», «ордовик», «силур» и т.д.

ОН ХИМИК, ОН БОТАНИК...

С остатками ископаемых животных, так или иначе встречается каждый из нас. Кто не знает знаменитых «чертовых пальцев» (белемнитов), не видел в музее костей мамонта, не слышал о чудовищных динозаврах и ихтиозаврах. Остатки ископаемых растений знакомы, пожалуй, лишь жителям угольных бассейнов, прежде всего, конечно, шахтерам. Отпечатки листьев, стеблей, коры, шишек, семян часто попадают между угольными пластами и вместе с пустой породой высыпаются в отвалы. Иногда можно встретить настоящую слоенку из почерневших ископаемых листьев. Но не только поблизости от угля можно найти палеоботанические документы. Они встречаются чуть ли не во всех горных породах, отложившихся на континентах. Иногда остатки наземных растений можно найти вместе с юрскими раковинами, но, конечно, с теми, хозяева которых в свое время жили недалеко от берега.

Каждый год опадают листья с деревьев в лесу. Накапливается мягкая лесная подстилка. Но даже от прошлогодних листьев обычно остается только прозрачная сетка жилок. От листьев позапрошлого года уже почти ничего не остается. А еще глубже можно видеть лишь бурую труху. Что же может остаться от растения после того, как оно пролежало в толще земной коры десятки и сотни миллионов лет?

Действительно, если лист не попал в воду и не был вскоре покрыт слоями песка или глины, он быстро гнивает. Но в речных, болотных,

¹ Точнее, первые растения, которые, возможно, являлись высшими растениями (см. статью «Первые "сухопутные" растения»). (Ред.)

озерных и морских осадках он довольно быстро консервируется. Прекращается доступ воздуха, лист постепенно обугливается и в таком состоянии сохраняется на века. Иногда содержащиеся в осадке растворы минеральных солей ещё до обугливания пропитывают каждую клеточку. Из таких минерализованных остатков листьев, стеблей, шишек можно приготовить тонкие срезы. Под микроскопом эти срезы выглядят так, как будто они приготовлены с живого растения, и только бурые оболочки клеток, уже давно потерявших хлорофилл, напоминают, что перед нами — свидетель далеких геологических эпох.

Безусловно, что только в таком коротком рассказе изучение остатков ископаемых растений выглядит простым. В действительности, на то, чтобы реконструировать и изучить детали, которые ботаник может видеть с помощью простой лупы, палеоботаник вынужден тратить месяцы и даже годы. Когда ботанику нужно посмотреть, как выглядит тыльная сторона листа, он просто переворачивает ее. Палеоботаник, чтобы взглянуть на изнанку отпечатка, вынужден изрядно потрудиться. Приходится приклеивать породу с остатком листа к стеклу или накладывать специальный лак. Потом породу растворяют в соляной или плавиковой кислоте, которая не разрушает прилипшего к стеклу или пленке лака растительного остатка. Нерастворившиеся остатки породы затем осторожно удаляют иголкой или кисточкой. Только теперь можно рассмотреть лист с обеих сторон.

Еще больше трудностей надо преодолеть, когда минерализованный остаток растения с хорошо сохранившимся клеточным строением, например, шишка или сложно ветвящийся побег, целиком замурован в камень. Такие камни иногда встречаются в угольном пласте. Шахтеры их называют «колчеганами», а палеоботаники — угольными почками.

В самом угле редко удастся видеть заслуживающие внимания остатки растений. Другое дело в угольных почках. Здесь растения, не успев сгнить, пропитались минеральными солями, чаще всего известью. Поэтому на срезах можно видеть все детали анатомической структуры. Ясно, что одного среза мало, чтобы разобраться в строении шишки или побега. Как инженеру надо много чертежей с разными проекциями, чтобы знать устройство машины, которую ему предстоит построить по проекту конструктора, так и палеоботаник должен получить несколько десятков, а то и сотен срезов растения для получения достаточно полной картины (рис. 2).

Как же получить столько срезов через шишку, если она запечатана в твердый камень и имеет в длину всего лишь несколько сантиметров? Первым палеоботаникам-анатомам это почти не удавалось. Пилы, которыми обычно режут камень, нельзя сделать очень тонкими. Нельзя было пилить и через очень маленькие интервалы, так как пластинки камня ломаются во время работы. Поэтому приходилось работать с одним или немногими срезами, а о недостающих частях строить догадки.

Выход из положения был найден лишь в 20-х годах нашего века. Шотландец Джон Уолтон предложил разрезать угольную почку на

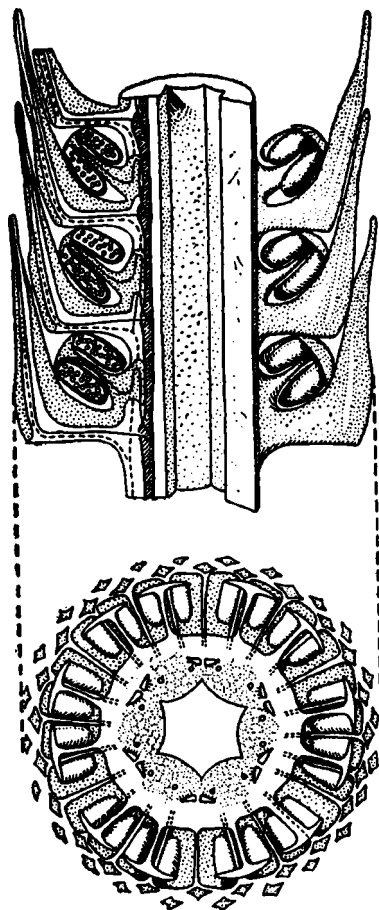


Рис. 2. Реконструкция споросной шишки каламита, выполненная Р.Бэкстером на основании многочисленных срезов угольной почки. Увеличено.

крупные куски, шлифовать поверхности распила, а затем травить их кислотой. Поверхностный слой породы растворяется, и стенки клеток замурованного растения, состоящие из органического вещества, на которое кислота не действует, вылезают наружу. Теперь можно залить травленую поверхность раствором типа лака для ногтей. Высыхая, раствор схватывает высунувшиеся стенки. Через некоторое время получившуюся пленку сдирают с образца и рассматривают под микроскопом. Получающиеся препараты не многим хуже тех, которые ботаники получают с современных растений (если, конечно, сохранность растительного остатка была хорошей).

В 50-х годах метод Уолтона удалось усовершенствовать², и сейчас в лабораториях палеоботаников-анатомов такие срезы, которые можно делать с любым интервалом (все зависит от времени травления образца кислотой), получают тысячами. Разобраться в такой массе срезов тоже не просто, но это уже трудности любого исследования. Они доставляют радость творчества, воодушевление человека, решающего головоломку природы.

К сожалению, далеко не все остатки растений сохраняются с такой полнотой. Кроме угольных почек к таким породам относятся железистые

² На протравленную кислотой поверхность образца с выступившими клеточными стенками наносится органический растворитель, а затем она покрывается тонкой прозрачной полимерной пленкой. Растворитель переводит в жидкое состояние слой пленки, непосредственно прилегающий к поверхности образца, в результате чего клеточные стенки оказываются погруженными в жидкую полимерную массу. После затвердевания пленка с заключенными в ней клеточными стенками отделяется от образца и изучается под микроскопом. (Ред.)

стые стяжения³, некоторые вулканические осадки. Гораздо чаще от растения остается лишь отпечаток на породе с тонкой угольной корочкой, не сохранившей почти ничего от прежней анатомической структуры. Обычно если такую корочку разрезать, то в микроскоп видна лишь черная узкая полоска и никаких деталей внутри нее. Но это еще не значит, что из таких образцов, кроме тех особенностей, которые видны прямо на отпечатке, нельзя извлечь ничего другого. Если порода за прошедшие миллионы лет не подвергалась высоким температурам земных недр или, наоборот, не выветрилась⁴ уже в наше время, с угольной корочкой и самим отпечатком еще есть смысл повозиться.

Поверхность тела большинства наземных растений защищена от высыхания, микроорганизмов и отчасти насекомых тонкой пленкой органического высокополимерного соединения, покрывающей сверху листья, лепестки, стебли и другие части. Называется эта пленка *кутикулой*. Она плотно облегает клетки кожицы, повторяет их очертания и прерывается только у отверстий устьиц; иногда кутикула забирается и внутрь устьиц и обволакивает ближайшие к устьицу клетки изнутри листа.

Кутикула химически удивительно стойка и противостоит даже таким сильным кислотам, как соляная, азотная и плавиковая. Не страшны ей и крепкие щелочи. Палеоботаники догадались использовать эти свойства кутикулы для изучения клеточного строения поверхности ископаемых растений еще в середине прошлого века. Они помещали оставшуюся от растения угольную корочку сначала в сильный окислитель (например, в смесь азотной кислоты и бертолетовой соли), затем в щелочь. В результате уголь, в который превратился ткани листа, растворялся. Кутикула же, благодаря своей стойкости, оставалась плавать в растворе. Ее переносили на предметное стекло и рассматривали в микроскоп. Эта же методика изучения кутикулы широко применяется палеоботаниками и сейчас. При изучении некоторых групп ископаемых растений, например, хвойных, приготовление препаратов кутикулы из листьев считается почти обязательным. Только с ее помощью можно отличить друг от друга остатки многих растений, внешне выглядящих очень однообразными (рис. 3).

К сожалению, угольная корочка не всегда сохраняется, а порой ее не удастся окислить, чтобы отделить кутикулу. Кроме того, у некоторых растений кутикулы нет вовсе или она исключительно тонка. В этом случае можно попытаться изучить клеточное строение поверхности листа (или другой части растения), отпечатавшееся прямо на породе.

Если осадок, в котором захоронился остаток растения, не слишком грубый, его минеральные частицы заполняют все мельчайшие неровности микрорельефа остатка. Осадок со временем затвердевал и запечатывал на века тончайшие особенности микроструктуры. Изучить этот отпе-

³ Обычно их называют конкрециями. (Ред.)

⁴ Не подверглась разрушительному воздействию температуры, воды, ветра, химических веществ и других внешних факторов. (Ред.)

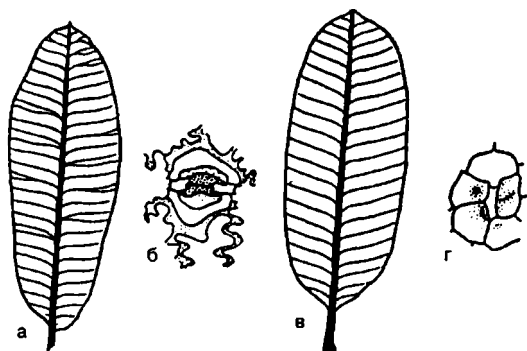


Рис. 3. Когда какой-то тип листа свойствен разным группам растений, верное определение рода и вида возможно только путем изучения клеток поверхности листа, отпечатавшихся на кутикуле. Изображенные на рисунке листья из мезозойских отложений Западной Европы, при всем сходстве между ними, принадлежат совсем разным группам растений – беннеттитам (а) и цикадовым (в), поэтому устьица у них устроены различно (б, г)

ют с отпечатка и рассматривают под микроскопом. Как и в криминалистике, такие пленки называют *репликами*.

Иногда с отпечатками поступают так же, как и с угольной почками, если на поверхности отпечатка сохранилась органическая корочка с клеточным строением. После легкого травления кислотой эта корочка отстает от породы и может быть снята пленкой. Так изучают, например, остатки ископаемых мхов, которые не выдерживают обычной химической обработки.

Изучению отпечатавшихся на кутикуле или породе клеток кожицы и, особенно, устьиц палеоботаники не случайно уделяют так много внимания. Казалось бы, странное дело. Поверхностные клетки растения в большей мере, чем какие-либо другие, испытывают на себе влияние внешней среды, всех ее бесконечных перемен. Разве не эти внешние клетки должны, прежде всего, меняться под таким непрерывным воздействием? Оказывается, нет, и почему это так, никто не знает. Растет ли сосна на сухих приморских дюнах, в горах или на торфяном болоте, строение клеток кожицы на листьях, устройство и расположение устьиц остаются почти теми же. Меняются, да и то не слишком сильно, только такие второстепенные детали, как размер клеток, толщина кутикулы, количество устьиц. Главные же признаки сохраняются.

Не только в пределах одного вида, но часто у всех видов рода общая структура кутикулы почти одинакова. Это, конечно, иногда уже мешает

чатавшийся микро- рельеф можно прямо под микроскопом в косом отраженном свете. А можно использовать метод, применяемый и в криминалистике (когда надо изучить рельеф пули и определить, из какого пистолета стрелял преступник). На поверхность отпечатка наносится жидкость наподобие лака для ногтей, которая, высыхая, оставляет тонкую прозрачную пленку, точно повторяющую своей нижней поверхностью микро- рельеф листа. Высыхшую пленку стягива-

палеоботаникам определять с помощью препаратов кутикулы виды растений. Но зато, если специалист видит, что у всех ископаемых растений, которые внешне очень сходны, кутикула совсем разная, значит это сходство обманчивое и не является свидетельством родства. Таких примеров обманчивого внешнего сходства палеоботаника знает немало. Часто из-за этого делались неверные определения, а затем и неверные выводы о возрасте пород, о соотношении флор разных районов планеты. С подобными случаями мы еще встретимся в следующих главах.

Отпечатки растений встречаются в горных породах довольно часто, но, к сожалению, далеко не всегда. Иногда палеоботаник проколачивает молотком слой за слоем, но не находит ничего. Однако это не значит, что порода действительно пустая и не содержит никаких палеоботанических документов. При размножении растения распространяют вокруг большое количество спор и пыльцы. Например, мужская шишка обыкновенной елки производит от 600 000 до 1 800 000 пылинок, а все дерево — десятки миллиардов пылинок. Можно представить, какое количество пыльцы рассеивается вокруг целого леса и попадает в озерные, речные, болотные и прибрежно-морские осадки.

У большинства растений оболочки спор и пыльцы очень устойчивы химически. Вещество этих оболочек (спорополленин) сходно по составу с кутикулой, но, пожалуй, еще труднее поддается гниению и даже лучше выдерживает обработку сильными кислотами и щелочами. Раздробив породу и обработав её разными химическими реактивами, можно с помощью отмучивания и центрифугирования извлечь эти оболочки, попавшие в осадок во время его образования, и изучить их (рис. 4).

Споры и пыльца наземных растений обычно покрыты тонким орнаментом, по рисунку которого их можно классифицировать и определять наравне с другими растительными остатками. Правда, далеко не всегда удается догадаться, какому растению принадлежит тот или иной тип спор и пыльцы. Специалисты по изучению этих микроскопических растительных остатков, т. е. палинологи, работают сейчас чуть ли не в

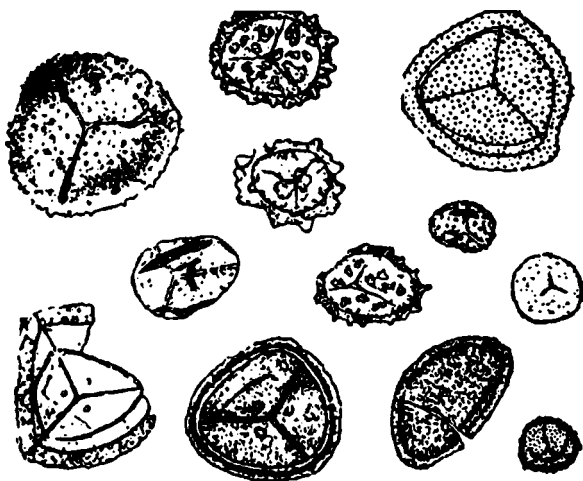


Рис. 4. Споры, извлеченные из девонских отложений (по Е.В. Чибриковой)

каждом геологическом учреждении и составляют подавляющее большинство всех палеоботаников.

За последние десятилетия в палеоботанике выработались и многие другие методы извлечения растительных остатков и изучения тонких деталей их строения. Сейчас в палеоботанических лабораториях используются синтетические смолы, тончайшие клеточные структуры помогает расшифровывать электронный микроскоп, применяется фотосъемка в инфракрасном и ультрафиолетовом свете, внедряется машинная обработка полученных данных. Иногда над остатками вымерших растений проделяются операции, которые сделали бы честь хирургу-окулисту. Например, при изучении ископаемых семян приходится разбираться во всех их оболочках и разделять слипшиеся слои кутикулы под микроскопом, а потом изучать микроструктуру каждого из них. Некоторые семена бывают заключены в хитроумные капсулы и приходится разбираться в их устройстве, вытаскивать и анатомировать отдельные части и т.д. Это утомительный и кропотливый труд.

Однако конечным звеном, целью всего исследования является реконструкция самих растений, истории их появления, жизни и исчезновения с лица Земли. Перед палеоботаниками — когда-то бывшие живыми и зелеными существа. Поэтому изучение шишек, листьев, стеблей, клеток, рисунков орнамента на спорах и пыльце важно не само по себе. Главное понять сущность структуры, уловить логику развития растительного мира, вскрыть механизмы, которые превратили голые прутья древнейших растений суши в поразительное многообразие современного зеленого царства. Имея дело с колбами и химикалиями, микроскопами и шлифовальными машинами, работая бок о бок с геологами, помогая им и используя их наблюдения, палеоботаник так или иначе остается биологом, конечно, если он любит своё дело и не забывает, что в его руках не мертвый набор жилок и клеток, а свидетель жизни, угасшей много миллионов лет назад.

На этом закончим немного скучный, но для начала все же необходимый рассказ о том, что такое палеоботаника и кто такие палеоботаники, где они находят ископаемые растения и как извлекают из них нужные научные сведения. Обратимся теперь к самой летописи растительного царства, особенно к той ее части, которая помогает нам лучше понять геологическую историю нашей планеты.

ПЕРВЫЕ СТРАНИЦЫ

Первые шаги всего самого значительного в истории жизни на Земле, как правило, приходится восстанавливать по крайне обрывочным свидетельствам, а то и вовсе реконструировать мысленно. Мы никогда не видели и, наверное, не увидим остатков первых живых существ. Мы не

знаем, какими были первые животные. О первых людях приходится судить по отдельным костям.

Так же обстоит дело с первыми страницами истории растений. Сначала появились какие-то водоросли, наверное, вроде синезеленых. Потом водоросли дали начало наземным растениям, а какие водоросли и как выглядели первые зеленые жители суши, – неизвестно. Было выдвинуто много остроумных гипотез, предполагали даже, что наземные растения произошли от разных групп водорослей, но всё это область догадок, в которую мы не будем забираться. В каждой гипотезе пока много изъянов и ни одной нельзя отдать решительное предпочтение.

Лучше начнем сразу с документированных событий. В конце 40-х годов появились сенсационные сообщения, что в древнейших палеозойских породах, отложившихся в начале кембрийского периода, обнаружены споры каких-то наземных растений. Потом такие же микроскопические остатки извлекли из ещё более древних, докембрийских пород. Почти одновременно в кембрийских известняках Сибири обнаружили странные отпечатки, общим обликом живо напоминающие какие-то плауновидные растения.

Эти находки вызвали оживленную дискуссию, в которой, в конце концов, взяли верх умудренные опытом скептики. Они довольно убедительно доказали, правда, не без труда, что эти спороподобные микроскопические оболочки скорее принадлежат каким-то одноклеточным обитателям морей и что считать сибирские отпечатки принадлежащими плауновидным и вообще высшим наземным растениям преждевременно. Для этого надо получить сведения об анатомическом строении остатков, чего пока никому не удалось. Столь же ненадежными оказались и другие сообщения о находках высших растений и их спор в нижнепалеозойских отложениях.

Первые достоверные наземные высшие растения имеют позднесилурийский возраст. Ценность этих находок совсем не вяжется с чересчур скромным внешним обликом их. В одном случае это тонкие ветвящиеся прутики с почковидными спорангиями (вместилища спор) на концах веточек. В другом случае веточки также заканчиваются спорангиями, но не одиночными, а собранными в небольшие колоски. Оба эти растения встречаются и в самых древних отложениях следующего, девонского периода. Не надо думать, что в те времена все наземные растения действительно были лишь двух типов. Это лишь то, что удалось найти. Судя по находкам спор, наземная растительность в конце силурийского – самом начале девонского периодов была богаче, но все же не намного.

Немного выше по геологическому разрезу, но еще в отложениях раннедевонской эпохи, начинает попадаться уже большое количество растительных остатков. К этому времени относится и широко известное в кругу геологов и палеоботаников местонахождение девонских растений у местечка Райни в Шотландии. Оно было открыто в начале нашего века благодаря счастливой случайности. Сначала в каменном заборе

нашли камень, в котором оказались запечатанными остатки необычных для того времени растений, а уже потом разыскивали само местонахождение. Сейчас его разработка ведется с помощью бульдозеров.

Шотландские растения принадлежат к целиком вымершей группе под названием «псилофиты»⁵, что по-гречески означает «голые растения». Действительно, у них ещё нет листьев, а от лежащего корневища отходят только круглые ветвящиеся оси, заканчивающиеся продолговатыми спорангиями. Все ткани шотландских псилофитов прекрасно законсервировались. Даже если не приготавливать шлифов, а посмотреть на полированный срез породы под микроскопом с увеличением 20–30 раз, можно разглядеть каждую клеточку. Почти вся ось состояла из крупных и, наверное, хлорофиллоносных клеток, и только в центре проходили длинные вытянутые клетки древесины, по которым перемещалась высасываемая из почвы вода.

В том, что эти и другие раннедевонские растения были наземными, никаких сомнений нет. У них найдены вполне сформировавшиеся устьица, служащие для газообмена с внешней средой. Водным растениям устьица, как правило, не нужны. Есть и другие признаки, подтверждающие представления о наземном образе жизни этих растений⁶.

Открытие псилофитов, как казалось вначале, решило основные проблемы происхождения наземных растений. Однако в дальнейшем выяснилось, что это открытие скорее позволяет не решить, а более точно сформулировать проблему. Во-первых, как потом обнаружили, в ту же раннедевонскую эпоху жили и куда более сложно устроенные растения с хитроумно ветвящимися побегами. Предки этих растений неизвестны. Во-вторых, не так уж просты эти первые известные нам жители суши. Этот второй момент особенно важен, и его долго недооценивали. Действительно, у псилофитов уже есть настоящая древесина, вполне современно устроенная проводящая ткань, совсем настоящие устьица и споры, мало в чем уступающие многим другим высшим растениям. Воз-

⁵ В настоящее время это название практически вышло из употребления. Вместо него обычно применяются названия «риниофиты», «тримерофиты» и «зостерофиллофиты», предложенные в 1975 году американским палеоботаником Х.Бэнксом для трех основных групп, на которые он подразделил древнейшие высшие растения. В 1978 г. С.В.Мейен предложил для обозначения всех указанных растений термин «проптеридофиты» (подробнее см. статью «Предки высших растений» в настоящем издании). (Ред.)

⁶ Позднее С.В. Мейен пришел к выводу, что большинство известных нам «псилофитов» (проптеридофитов), по-видимому, являлись водными или полуводными растениями, поскольку иначе они просто не попали бы в захоронение. Те же описываемые шотландские «псилофиты», относимые к роду *Rhynia*, судя по всему, жили в условиях сильно обводненного болота. Наличие устьиц говорит о том, что эти растения имели надводные части или поверхности, соприкасавшиеся с воздушной средой и связанные с процессами дыхания (см. статью «Предки высших растений» в настоящем издании). (Ред.)

можно, что уже в раннедевонскую эпоху у растений появился камбий⁷.

Если к этому перечню добавить другие свойства, которыми обзавелись растения в девонском периоде, получится весьма внушительная картина. У некоторых девонских растений уже были толстые, до полутора метров в поперечнике, стволы, древесина которых не уступает в сложности структуры современной сосне⁸. Клетки этой древесины изучали с электронным микроскопом, который подтвердил, что первое впечатление о высокой организации таких стволов не было обманчивым. У некоторых из этих растений, выработались листья, внешне очень похожие на гингковые. В девонских же отложениях мы находим и первых представителей всех основных групп высших растений (кроме покрытосеменных, т.е. цветковых растений)⁹.

Органы размножения в течение девона также быстро развивались. Сначала произошло четкое разделение полов в спорах и, соответственно, выделились мужские и женские спорангии. Затем споры в женских спорангиях стали сокращаться в числе и увеличивается в размерах. Чем дальше, тем все более надежная защита появлялась у спорангиев, пока, наконец, не появились семена. Первые семена найдены в отложениях, имеющих позднедевонский возраст (рис. 5).

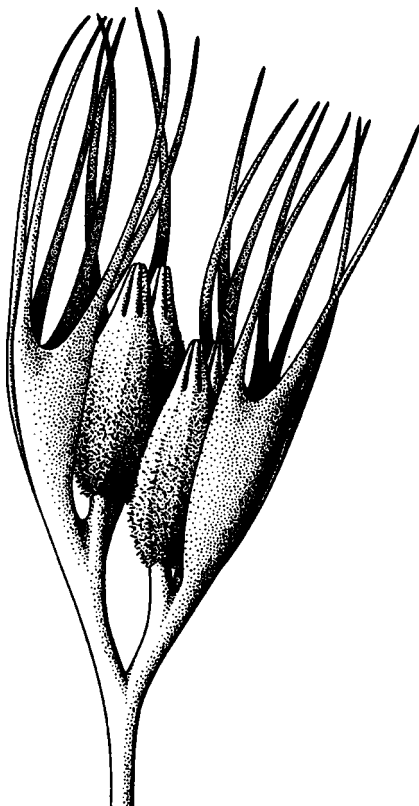


Рис. 5. Древнейшее из известных ископаемых семян. Реконструкция Д.Петтита. Увеличено

⁷ Более подробно о строении древнейших высших растений см. статью «Предки высших растений» в настоящем издании. (Ред.)

⁸ Российский палеоботаник М.Д. Залесский отнес эти стволы к самостоятельному роду *Callixylon* (*Callixylon*). Стволы *Callixylon* достигали полутора метров в диаметре. (Ред.)

⁹ Речь идет о древнейших птеридофитах (плауновидных, членистостебельных и папоротниках), голосеменных растениях и группе так называемых праголосеменных или прогимноспермов, обладавших папоротниковидной листвой и органами размножения в сочетании с древесиной как у голосеменных (подробнее см. статью «Происхождение главных групп высших растений» в настоящем издании). (Ред.)

Все эти сложнейшие преобразования произошли меньше, чем за пятьдесят миллионов лет, что очень мало с точки зрения обычных темпов эволюции. Ведь за каждые последующие пятьдесят миллионов лет успехи наземных растений были куда более скромными. Эта головокружительная скорость эволюции древнейших растений поразительна, но, по-видимому, может быть объяснена новизной обстановки на суше и отсутствием конкурентов.

При всем разнообразии и сложности флор и внутренней структуры девонских растений, до сих пор пока не удастся выявить какие-либо очевидные закономерности в их распределении по поверхности земного шара. В более поздние геологические времена с большей или меньшей отчетливостью можно видеть ботанико-географические области, которые прямо или косвенно связаны с климатическими зонами. То же можно видеть в девонском периоде и для более ранних периодов палеозоя, только если в качестве свидетелей климатических условий брать не растения, а животных и достаточно показательные типы осадочных горных пород. Например, в ордовикском периоде, втором от начала палеозойской эры, ясно улавливаются три основных климатических пояса – экваториальный и два внеэкваториальных. Судя по этим данным, экватор в то время пересекал Евразию с севера на юг, т.е. проходил перпендикулярно нынешнему.

В каменноугольном периоде экватор пересекал Евразию наискосок, проходя от юга Западной Европы в Юго-Восточную Азию. С соответствующими доказательствами мы познакомимся в разделе «Ископаемые градусники и дождемеры». Как проходил экватор в девоне, недостаточно ясно. Логичнее всего предположить, что он занимал среднее между ордовикским и каменноугольным положение. Однако по распределению ископаемых растений этого не видно. Например, один из родов девонских плаунов, *лептофлоеум* (*Leptophloeum*), найден в примерно одно-возрастных отложениях таких разных районов, как Южная Африка, Северная и Южная Америки, Австралия, Средняя Азия, Казахстан, Китай, Япония и Монголия. Но в Западной Европе, Европейской части СССР, на Урале и в Сибири его нет, хотя флоры этого возраста очень богатые. Зато другое растение из группы праголоосеменных (*Archaeopteris*, *археоптерис*) встречается в Северной Америке (вплоть до Земли Элсмира), Европе, Сибири, Казахстане и Китае. Есть растения ограниченного распространения, а есть настоящие космополиты.

Когда история ботанико-географических областей была прослежена от наших дней до самого начала каменноугольного периода, то, естественно, хотелось протянуть нить такого исследования и дальше в глубь геологической истории, ... в девон. Были предложены некоторые схемы распределения растений, но они сильно противоречат друг другу и, к тому же, не имеют никакой палеоклиматической подоплеки.

Чем же объясняется такое необычное распределение девонских растений на поверхности планеты? Объяснений можно предложить не-

сколько. Вполне вероятно, что эти растения или хотя бы их надземные части были однолетними¹⁰. Может быть, однообразие растений на широких пространствах девонской суши только кажущееся и в действительности только свидетельствует о нашем незнании. Третья возможность – значительное однообразие климатических обстановок во всех тех местах, где сейчас найдены ископаемые растения девона. Наконец, последнее возможное объяснение: девонские растения жались поближе к морским побережьям и крупным речным долинам, то есть к местам с более выровненным климатом. Области с более суровыми условиями были почти незаселенными. Надо, конечно, еще учитывать, что во многих местах земного шара, например, на северо-востоке Советского Союза, девонские растения пока вовсе неизвестны.

Девонская история растительного мира еще полна самых разнообразных загадок. Некоторые растения этого времени настолько необычны, что их не удастся поместить даже примерно в какую-нибудь определенную систематическую группу. Более того, не всегда известно, водоросль перед вами или наземное высшее растение. К числу таких таинственных растений относится, например, *прототаксум* (*Prototaxites*). Он имел толстенные, до метра в толщину, стволы, которые внешне выглядят как обычные древесные. Однако в тонких срезах открывается что-то непонятное: сложное переплетение полых внутри волокон двух типов, одних тонких, диаметром до 7 микрон, других более толстых, до 70 микрон¹¹.

В Кузбассе в Барзасском районе уже давно известны листоватые угли, состоящие из сплошной слоенки кожистых, ремневидных плоских стеблей, которые первоначально приняли за псилофитовые. В честь геолога В.А.Орестова эти растения называли *орестовиями* (*Orestovia*). Считалось, что они первыми из наземных растений стали углеобразователями. Об их принадлежности к наземным растениям свидетельствовали необычайно крупные устья. Теперь все эти взгляды оставлены. После детального изучения орестовий пришлось отказаться от их родства с псилофитами. Возможно, что это какие-то водоросли, а где они росли, в воде или

¹⁰ Сейчас установлено, что большинство раннедевонских растений были однолетниками или имели однолетние воздушные побеги. Уже по этой причине их распространение не очень сильно зависело от относительно слабо выраженной, как можно предполагать, климатической зональности того времени. К тому же, эти растения в большинстве своем были водными и полуводными, т.е. занимали «выровненные» в климатическом отношении местообитания, не очень сильно зависящие от положения границ климатических поясов. На эти объективные факторы накладывается плохая изученность подавляющего большинства раннедевонских флор. (Ред.)

¹¹ В настоящее время *Prototaxites* относят к бурым водорослям, хотя вполне вероятно, что они являются представителями особой группы водорослей. Предполагается, что сами *прототакситы* являлись ствольными частями гигантских таломов водорослей, которые, возможно, размножались с помощью спороподобных телц и обитали на суше (подробнее см.: Мейен С.В. Основы палеоботаники. М.: Недра, 1987. С. 32–35). (Ред.)

на суше, — неизвестно¹². Отверстия в их шкурке оказались не устьицами, а какими-то непонятными образованиями, природу которых пока не помог установить даже электронный микроскоп¹³. Ближайшие родственники орестовий известны ещё в Поволжье, Китае и Южной Америке¹⁴.

Сейчас девонскими растениями занимаются многие палеоботаники, как за рубежом, так и в нашей стране. Но, надо честно признаться, в своем большинстве добываемые факты больше способствуют разрушению старых, привычных представлений, чем созиданию новых. Ещё совсем недавно казалось чуть ли не очевидным, что от растений такого типа, какие были найдены в Райни в Шотландии, можно легко вывести основные группы высших растений. Теперь картина складывается куда более сложная. Некоторые растения, которых относили к псилофитам, отошли к другим группам, например, прапапоротникам. Пришлось расчлечь многие нарисованные ранее филогенетические ветви, а наметить новые удастся лишь с больше трудом.

Все же прогресс палеоботанической техники, увеличение количества находок и расширение круга исследований внушают надежду, что не в столь уж далеком будущем первые страницы в летописи наземного растительного мира будут расшифрованы. А это автоматически снимет огромное количество вопросов, касающихся дальнейшего развития зеленого царства. Ведь «произведения природы и искусства нельзя изучать, когда они готовы; их нужно уловить в их возникновении, чтобы сколько-нибудь понять их» (Иоганн-Вольфганг Гёте).

ЗАВОЕВАННАЯ СУША

Хотя раздел, специально посвященный первым наземным растениям, остался позади, мы еще не расстаемся с ними. Ведь ничего еще не было сказано о том, как же выбрались растения на сушу, что им для этого потребовалось изменить в своем строении и каковы были последствия этой интервенции как для растений, так и для самой суши.

Наверное, не стоит долго задерживаться на таких, ставших уже тривиальными, пояснениях, что, дескать, все это произошло не сразу, что сначала растения, наверное, населяли самую кромку воды, и тело их, увлажняемое брызгами и набегавшей волной, не успевало высыхать.

¹² Впоследствии С.В.Мейен отнес *Orestovia* к бурым водорослям (см.: Мейен С.В.. Основы палеоботаники. М. Недра, 1987. С. 35). (Ред.)

¹³ Советские палеоботаники Т.А.Ищенко и А.А.Ищенко установили, что отверстия в кутикуле *Orestovia* возникают на месте формирования и последующего разрыва капсул неизвестной природы. (Ред.)

¹⁴ А также в Европе (Польша), Африке (Гана) и ряде других районов. (Ред.)

Можно предположить, что животные, по крайней мере травоядные, вышли на сушу вслед за растениями, а не до них. Все эти рассуждения, когда-то оригинальные и безусловно ценные, для современного естествоиспытателя превратились в нечто вроде аксиом. Поэтому лучше познаться с другими, более конкретными наблюдениями, касающимися завоевания суши подданными растительного царства.

В предыдущем разделе уже говорилось о том, что отпечатков высших наземных растений в отложениях силурийского периода очень немного. Почти та же картина наблюдается и в наиболее древних девонских отложениях. Но еще в пределах нижнего девона на определенном уровне сразу во многих местах мира появляется много родов и видов разнообразных растений, главным образом принадлежащих псилофитам и плауновидным¹⁵. Та же закономерность выявилась и в распределении спор. В чем же причина этого внезапного увеличения количества и разнообразия остатков растений в нижнедевонских отложениях?

Есть определенный тип исследователей прошлого Земли, которые каждое неожиданное и труднообъяснимое событие в геологической истории склонны объяснять космическими причинами. Была выдвинута такая гипотеза и в отношении девонских событий. Предполагалось, что в ранние геологические эпохи Луна была вдвое ближе к Земле. Поэтому приливы и отливы были значительно мощнее, а захватываемая ими зона обширнее. В этой зоне из-за мощных встречных течений не могло жить ничто живое. В раннем девоне, дескать, Луна отделилась от Земли и заняла свое современное место. Приливно-отливная зона резко сократилась и стала быстро заселяться растениями, взявшими курс на завоевание суши.

К роли космических влияний и оценке вообще такого подхода к объяснению геологических событий мы еще вернемся в предпоследнем разделе. Что касается девонских событий, то здесь обращение за помощью к космосу явно не нужно. В самом деле, ведь увеличение разнообразия и количества растений в это время, хотя и было очень быстрым, но никак не носило характер взрыва. В конце силурийского и начале девонского периодов все же встречаются наземные растения, и нельзя сказать, чтобы у них были какие-то особенности, которые позволяли бы им выдерживать мощные течения приливов и отливов. Эти растения, безусловно, могли жить и на суше, за пределами приливно-отливной зоны. В

¹⁵ Речь идет о флоре позднего зигена – эмса, из которой в настоящее время известно около 30 родов, главным образом проптеридофитов («псилофитов» – *Psilophyton*, *Trimerophyton*, *Pertica*, *Cooksonia*, *Taeniocrada*, *Zosterophyllum*, *Gosslingia*, *Sawdonia* и др.), древнейших плауновидных (*Drepanophycus*, *Protolepidodendron*, *Barragwanathia*, *Leclercqia*), а также баринофитовых (*Barinophyton*, *Protobarinophyton*). В некоторых местонахождениях эта флора представлена 15–20 видами, что представляет собой качественный скачок в разнообразии по сравнению с более древней флорой раннего девона и верхов силура. Местонахождения этой флоры известны в Западной Европе, Северной Америке, Казахстане, Сибири, Китае, Южной Америке, Австралии и некоторых других регионах (*Ред.*)

облике прибрежных морских животных нижнего девона и силура также не видно каких-либо признаков приспособления к необычно сильным морским течениям.

Поэтому с обращением к космосу в поисках объяснений колонизации суши лучше повременить. Гораздо правдоподобнее искать объяснение в самой динамике первого заселения суши наземными растениями. Сомнительно, чтобы они могли сразу освоить большие пространства суши. Ведь нормальных почв на Земле тогда еще не было. Даже среди современных растений найдется немного таких, которые выживут, если их семена или споры попадут на безжизненные каменистые осыпи и голые скалы.

Наверное, растения долго жались поближе к воде — рекам и морским побережьям¹⁶. Но и здесь им нелегко было найти подходящее место, чтобы спокойно жить и потом навечно захорониться в осадках. Отсутствие почв и растительного покрова сказывалось на всех процессах осадконакопления на континентах. Прежде всего, не было регуляции стока вод. После каждого дождя вода скатывалась в низины беспорядочными и ничем не сдерживаемыми потоками. До своего окончательного отложения осадки неоднократно переоткладывались, а содержащиеся в них остатки растений уничтожались или сохранялись исключительно редко и несовершенно.

На какой-то стадии развития высшие растения, видимо, получили возможность жить на большем расстоянии от воды. Так или иначе это должно было произойти. Мы не знаем, какое приобретение сыграло здесь решающую роль. Может быть, растения вступили в частичный симбиоз с грибами (это черта многих современных высших растений), может быть, что-то усовершенствовалось в строении их органов размножения, а может быть, сразу несколько причин изменили ситуацию.

Дальше события должны были развиваться с лавинной быстротой. Нужно было лишь нажать спусковой крючок. Едва лишь первые растения проникли немного в глубь суши, сразу началось преобразование горных пород, на которых они прижились. Началось образование прapочв. Это, в свою очередь, вызвало два важнейших следствия. Во-первых, даже небольшой почвенный покров с редкой растительностью уже сдерживает, регулирует сток вод. Во-вторых, в освоенные первыми колонистами места проще проникнуть и менее выносливым растениям.

Лавинообразный ход заселения суши растениями привел к быстрому образованию обычных речных долин (показательно, что самые древние достоверно речные отложения имеют девонский возраст), реши-

¹⁶ О прибрежно-морских обстановках, в которых произрастали древнейшие наземные растения, можно судить по современным реконструкциям немецкого палеоботаника Г.И.Швайцера, изучавшего раннедевонскую флору Рейнской области. Эти условия напоминали современные обширные приморские заболоченные низменности (марши) с слабо расчлененным рельефом, подвергающиеся воздействию приливно-отливных течений и нередко заливавшиеся морем. (Ред.)

тельно изменил процессы осадконакопления на континентах. Появились типы осадков, сохраняющихся без переработки на многие миллионы лет. Это были первые нормальные кладбища наземных растений.

Но кто это все видел? – спросит читатель. И есть ли какие-нибудь прямые и неопровержимые доказательства, что ход событий был именно таким. Признаемся честно. Нет таких фактов, есть лишь умозрительные предположения, с которыми мы только что познакомились, но эти предположения имеют то преимущество, что они не закрывают проблему ссылкой на неведомые космические причины, выявить которые нам не будет под силу никогда. Наоборот, можно тщательно проанализировать верхнесилурийские и нижнедевонские прибрежно-морские и континентальные породы, изучить последовательное изменение вверх по разрезу их состава, проанализировать возможные источники поступления в них обломочных компонентов. Гипотезу земных причин внезапности появления обильных растительных остатков в девоне можно, таким образом, проверить, если специально задаться такой целью.

Дальнейший ход завоевания суши растениями можно также реконструировать лишь логическим путем, другого способа пока нет. В геологической летописи всегда сохранялись лишь те осадки, которые накапливались в низинах. Скорее всего, эти места были заселены довольно быстро, и мы должны искать лишь косвенные свидетельства событий, разворачивавшихся на возвышенностях, пусть даже небольших.

Такие свидетельства есть. Одно из них – история угленакопления. О девонских углях, состоящих из оrestовий, уже была речь в прошлом разделе. Наверное, это были водные, а не наземные растения. Угли, состоящие из остатков заведомо наземных растений, появляются только среди отложений каменноугольного периода¹⁷.

В прибрежно-морских толщах карбона (так сокращенно называют каменноугольный период) встречаются интересные породы, которые у геологов и горняков получили прозвище «кучерявчики». Вся порода пронизана отпечатками и слепами толстых изгибающихся стеблей, на поверхности которых в шахматном порядке разбросаны округлые рубцы с небольшим сосочком посередине.

Эти толстые стебли – остатки корненосцев крупных древовидных родственников современных плаунов, – *лепидодендронов* (*Lepidodendron*), населявших приморские низины и приливно-отливную полосу (см. рис. 9 а). Стволы лепидодендронов после смерти растения обычно сгнивали, а корненосцы застревали в иле и потом окаменевали. Рубцы

¹⁷ В настоящее время показано, что древнейшие угли, начало которым дали наземные растения, имеют позднедевонский возраст. Американский палеоботаник С.Э.Шеклер установил, что папоротник *ракофитон* (*Rhacophyton*) из верхнедевонских отложений США, произраставший в заболоченных местообитаниях прибрежно-морских низин и долин рек, мог давать начало тонким пластам торфа, впоследствии превращавшимся в уголь. Других растений-торфообразователей в тех же болотах не было. (Ред.)

на кореносцах оставались после отпадения корневых отростков – *апPENDИКСОВ*. И в кореносцах, и в аппендиксах, если удалось найти образцы с хорошо сохранившейся внутренней структурой (например, в угольных почках), можно видеть большие промежутки, не заполненные клеточной тканью. При жизни растения это были воздушные полости. По ним воздух проходил в погруженные в илистый грунт органы. Такие же полости, кстати, можно видеть в корнях и корневищах многих других водных и полуводных растений, как современных, так и вымерших.

В истории органического мира постоянно происходили интересные трансформации. Живет какая-то группа организмов в воде, затем начинает выбираться на сушу, а потом некоторые сухопутные формы снова постепенно связывают свою жизнь с водой и в течение большей части жизни или никогда не покидают ее. Примеры такого развития можно видеть среди пресмыкающихся (ихтиозавры, плезиозавры, морские змеи, черепахи), млекопитающих (киты, дельфины, тюлени, моржи), насекомых (жуки-плавунцы) и моллюсков, их далекие предки проделали в свое время нелегкий путь из воды на сушу. Возвращались обратно в воду и многие растения, принадлежащие самым разным группам.

Пословица «свято место пусто не бывает» прекрасно отражает эту закономерность в развитии органического мира. Под давлением растущей конкуренции растения и животные вынуждены подбирать ключи к непривычным условиям. Они пытаются заселить места, где нет соперников, равных им по высоте организации, и где они поэтому могут более спокойно расти и размножаться. Условия жизни на суше сложны, и это в конце концов приводит к более быстрой эволюции наземных организмов, ближайшие родственники которых остались жить в воде. Возвращаясь в воду, прежние жители суши, прошедшие суровую школу, уже не встречают в своей родне, так и оставшейся в воде, достойных конкурентов.

Такой или примерно такой механизм приводил растения обратно в воду, в том числе и в морскую. Одними из первых и были лепидодендроны и родственные им плауновидные. Они не боялись соленой воды и бескислородного режима морских илов. Заросли лепидодендронов протягивались на сотни и тысячи километров. Их остатки, скапливаясь, дали начало мощным пластам угля. Именно такое происхождение имеют некоторые угли Подмосковского бассейна, состоящие из огромных скоплений бесчисленных обрывков кутикулы, когда-то покрывавшей стволы древовидных плауновидных растений¹⁸. Среди этих обрывков кутикулы можно найти много спор. Все остальные части некогда живших растений сгнили.

Появление густых зарослей вдоль морских побережий сыграло большую роль в истории осадконакопления. Стекающие с континентов

¹⁸ Сейчас, благодаря исследованиям молодого российского палеоботаника Ю.В.Мосейчик, установлено, что эти кутикулы в основном принадлежали другим плауновидным – *эскдалиям* (*Eskdalia*). Эти растения произрастали не на морском побережье, а образовывали заросли на заболоченных участках речных долин раннекаменноугольного (визейского) времени (Ред.)

реки замедляли здесь свое течение и быстрее откладывали взвешенные в воде минеральные частицы. Заросли ослабляли разрушительное воздействие моря на берега. И то и другое способствовало накоплению в морях чистых известняков, меняло условия существования морских организмов. Одновременно появилась возможность для накопления в прибрежно-морских низинах мощных пластов угля.

Но в глубинах континентов ситуация продолжала оставаться прежней, и растительный покров еще долго не мог достичь плотности, необходимой для образования достаточно мощных пластов углей. Первые угли, образовавшиеся во внутриконтинентальных впадинах, начинают встречаться по сути дела лишь с конца раннекаменноугольной эпохи¹⁹.

Наверное, суша стала вполне обжитой ещё до конца палеозойской эры. Доводов в пользу этого предположения несколько, правда, ни один из них нельзя считать решающим. Все это только гипотезы, а точнее косвенные выводы из наблюдений.

Первый довод — довольно неожиданный на первый взгляд. Дело в том, что состав осадочных горных пород с конца палеозоя и до наших дней изменился лишь во второстепенных деталях. Из этого следует, что характер обломочного (песчано-глинистого) материала, переносимого реками, был примерно одинаков все это время. Значит, выветривание горных пород и денудация возвышенностей на континентах не слишком отличались интенсивностью от нынешних. Поэтому можно предполагать, что уже в те далекие времена, как и сейчас, существовал достаточно плотный растительный покров, сдерживавший и контролировавший денудацию горных сооружений, размыв выходящих на поверхность горных пород и перенос обломков в морские бассейны.

Речные, озерные, болотные и другие континентальные отложения конца палеозоя мало отличаются от тех, которые образовывались в последние геологические эпохи. А это означает, что в общих чертах взаимоотношение рельефа и растительности в течение последних 250–270 миллионов лет если и изменилось, то в незначительных и пока неуловимых пределах.

Второй довод — структура самих растений. О ней известно довольно много. Ясен общий облик многих позднепалеозойских растений, изучена их тончайшая анатомическая структура. Конечно, далеко не все известные в наши времена типы внутренних и внешних структур были у позднепалеозойских растений, но все самое главное, самое основное для жизни в разнообразных условиях уже было.

¹⁹ В настоящее время установлено, что первые угленосные толщи раннего карбона, в том числе, образовавшиеся не на морском побережье, а в болотах внутри континента, относятся к началу этой эпохи (турнейскому времени). Последнее, возможно, указывает на то, что растительность на склонах низин, в которых располагались торфяные болота, была настолько развита, что могла эффективно сдерживать снос обломочного материала, позволяя накапливаться преимущественно растительному материнскому веществу торфов. (Ред.)

В послепалеозойское время появилась только одна по-настоящему крупная группа растений – цветковые или покрытосеменные, у которых есть наиболее совершенный орган размножения – цветок. В водопроводящей системе покрытосеменных также появилось важное нововведение – сосуды, т.е. длинные трубчатые клетки (у других групп растений сосуды встречаются крайне редко). Возможно, что и в устройстве наследственного аппарата цветковых есть серьезные преимущества перед голосеменными и споровыми растениями.

Иногда в литературе высказывались предположения, что суша стала по-настоящему заселенной только с появлением цветковых. Считалось, что только им было под силу заселить самые неблагоприятные участки суши. Возможно, это и так, но недооценивать способность споровых и голосеменных переносить жару, холод, сухость, слишком яркий солнечный свет и засоленные почвы, видимо, не стоит. Не менее правдоподобно предположение, что цветковые были не столько первыми поселенцами на неблагоприятных для жизни местах, сколько завоевателями, сумевшими вытеснить отсюда своих предшественников.

В пользу последнего предположения свидетельствует многое. Очень показательна история *мангровых зарослей*. Так называются тропические заросли, которые занимают узкую зеленую полосу, заливаемую во время прилива морем. Из 300 000 с лишним видов современных цветковых растений только 26 смогло поселиться в манграх. Другие группы растений здесь встречаются очень в небольшом количестве. Если не знать палеоботанических документов, то по составу нынешних мангровых зарослей можно подумать, что цветковые живут здесь только благодаря своей высокой организации (да и то лишь немногим из них это удастся) и что их предшественники – голосеменные и споровые – не могли бы жить в столь неподходящих условиях.

Но палеоботанические факты показывают совсем другое. Еще в начале каменноугольного периода в такой же точно приливно-отливной полосе морского побережья жили лепидодендроны, т.е. споровые растения, гораздо более примитивные, чем цветковые. От них остались те самые кучерявчики, о которых уже шла речь в этом разделе. Немного позже к лепидодендронам присоединились и другие растения. Как недавно выяснилось, мангровыми растениями были и некоторые *кордаиты*, эти предполагаемые предки хвойных (всегда считалось, что кордаиты занимали только самые высокие места в углеобразующих низинах карбона). Возможно, что население мангровых зарослей каменноугольного периода было довольно разнообразным.

В мезозойской эре в соответствии со все тем же знаменитым принципом жизни «свято место пусто не бывает» эти приморские низины также не пустовали. В них росли семенные папоротникообразные (*пте-*

ридоспермы) и, может быть, некоторые другие растения²⁰. У этих птеридоспермов листья были толстыми и кожистыми. Поэтому палеоботаники сначала решили, что такие растения должны были жить в условиях сухого климата, но потом появились данные, что климат здесь скорее всего ни при чем, а все дело в специфике жизни в манграх. Кстати, листья у современных мангровых растений такие же толстые и плотные.

Таким образом, в данном случае цветковые явно выступали в роли не колонистов, а колонизаторов. Они лишь вытеснили из мангр своих предшественников, но не были пионерами²¹.

Вполне возможно, что и в других местах с малоблагоприятными условиями жизни они выступили в той же роли. Многие споровые и голосеменные растения доказали свою способность жить в очень жестких почвенных и климатических условиях. Например, в Антарктиде, где живет лишь два вида цветковых (да еще три вида было уже в последние десятилетия занесено человеком), встречено уже более 75 видов мхов. В Сибири из крупных деревьев дальше всего на север идут хвойные, а не лиственные деревья. Споровое растение *селягинелла* («плаунок»), появившееся еще в карбоне, живет даже в пустынях, а другие споровые – хвощи и папоротники – нередко успешно конкурируют с травянистыми цветковыми, т.е. самыми высокоорганизованными современными растениям.

В прошлые геологические эпохи, еще до появления цветковых, разнообразие споровых и голосеменных растений было гораздо больше, чем сейчас. Незаметно, чтобы по своей структуре эти древние формы уступали своим ныне живущим родичам. Поэтому более чем вероятно, что они смогли заселить если не все, то большинство тех мест, в которых в наши дни безраздельно господствуют цветковые.

²⁰ По данным американского палеоботаника Г.Реталляка, изучавшего мезозойскую флору Австралии, в триасе мангровые заросли образовывали плауновидные *плевромеи* (*Pleuromeia*), а в юрское время – «семенные папоротникообразные» *пахиптерисы* (*Pachypteris* или *Pachydermophyllum*) (Ред.).

²¹ Представители современного семейства покрытосеменных мангровой растительности заняли мангровые местообитания в третичное время. В конце мезозоя (в мелу) в мангровой растительности преобладали папоротники *вайхзелия* (*Weichselia*) и хвойные *псевдофренелонсис* (*Pseudofrenelopsis*).

Эволюция мангровой растительности носила, по-видимому, “прерывистый” характер. При этом, в силу специфики условий местообитания (избыточное увлажнение, засоление и др.), вытеснения одного типа растительности другим не происходило. Мангровые местообитания периодически заселялись *преадаптированными* (как бы заранее приспособленными к их условиям) растениями из прилежащих немангровых флор. В условиях мангр эти растения образовывали своеобразные сообщества из небольшого числа видов, медленно изменявшиеся на фоне более быстрой эволюции материнской флоры. Резкие неблагоприятные воздействия внешней среды (*абиотический стресс*) приводили к деградации и уничтожению существовавшей мангровой растительности. Впоследствии освободившиеся мангровые местообитания занимали новые выходцы из не-мангровых флор (Ред.).

Итак, суша, видимо, была в основном завоевана растениями еще более 200 миллионов лет назад. С тех пор облик зеленого покрова планеты постоянно менялся. Основной древостой образовывали то одни, то другие растения, сменялись растения подлеска, травы. Все эти перемены происходили под действием разных причин, и одна из важнейших — изменения климата. Стало холоднее — с близлежащих гор или из более высоких широт приходили более холоднолюбивые растения, потеплело — приходили растения, более приспособленные к солнцу и теплу.

Если так, то значит можно, наблюдая изменение растительного мира, судить о климатической истории Земли, восстанавливать похолодания и потепления, увлажнение и иссушение климата, происходившие миллионы лет назад. Палеоклиматические выводы на основании изучения ископаемых растений настолько важны, что им стоит посвятить отдельный раздел.

ИСКОПАЕМЫЕ ГРАДУСНИКИ И ДОЖДЕМЕРЫ

Как можно по давно вымершим растениям судить, в каких условиях они жили, какие температуры предпочитали, селились на болоте или на сухих местах? Конечно, для последних геологических эпох, когда уже появились дожившие до наших дней растения, вопрос решается довольно просто. Достаточно правильно определить те роды и виды, к которым принадлежат найденные в горной породе листья, плоды, семена, пыльца или споры. Хотя сделать точное определение не всегда просто, но все же это скорее технические, чем принципиальные трудности.

Гораздо сложнее решение такой задачи, когда мы спускаемся ниже по геологическому разрезу. Большинство современных видов растений имеет возраст не более 10—12 миллионов лет. Ныне живущие роды можно проследить и в более древних отложениях, возраст которых 20—25 миллионов лет. Разумеется, виды этих родов в те времена были большей частью другими, до наших дней они не дожили.

Некоторые растения, как кавказские долгожители, просуществовали на Земле значительно дольше. Например, хвощ появился по меньшей мере в начале мезозойской эры (более 200 миллионов лет назад). Еще старше плаун и селягинелла («плаунок»), которые почти не изменились с каменноугольного периода. Есть и другие живые ископаемые в современном растительном мире, но использовать их как показатели древних климатов надо с очень большой осторожностью, а чаще вообще невозможно.

Во-первых, за миллионы лет могли сильно измениться их требования к температуре и влажности. Во-вторых, они не зря пережили своих современников. Этому помогла их исключительная приспособленность к самым разным условиям жизни. Те особенности, которые обеспечили им

длительное существование, способствовали и широкому распространению по поверхности планеты, в разных климатических условиях. Поэтому современные хвощи прекрасно чувствуют себя на болоте и песчаной железнодорожной насыпи, в тропических джунглях и сибирской тайге.

Короче говоря, для палеозойской и мезозойской эр, а отчасти и для кайнозоя, уже нельзя восстанавливать палеоклиматы, опираясь на растения, просуществовавшие с тех времен и доныне. Нужно на вымерших группах растений искать какие-то метки, по которым можно сказать: «это растение влажных тропических лесов» или «это дерево выросло в сезонном умеренном климате».

Задача нелегкая, ибо в подавляющем большинстве случаев неизвестно, отчего структура растения та, а не другая. Никто не знает, почему у ромашки много лепестков, а у липы только пять, почему у клена листья надрезанные, а у фикуса целые, почему у сосны иглы собраны пучками, а у ели нет. Для объяснения часто ссылаются на влияние внешней среды, чтобы что-то сказать. Примерно так же поступают врачи, когда они не могут поставить диагноз.

К счастью, все же есть некоторое количество особенностей как в самих растениях, так и во флоре района в целом, которые вполне достоверно связываются с определенным типом климата и которые можно проследить как в палеозое, так и сейчас.

Пожалуй, самый важный из таких признаков – строение древесины в многолетних стволах. Всем хорошо знакомо правильное чередование темных и светлых колец на поперечном спиле дерева. По ним считают, сколько дереву лет. Глядя на тонкий срез древесины под микроскопом, можно понять природу этих колец. Все дело в размерах клеток и толщине их стенок. Весной и летом дерево растет быстро, и клетки образуются крупные, с тонкими стенками. Ближе к осени скорость роста уменьшается, клетки мельчают, а их стенки становятся толще. Крупнее клетки – светлее древесина, мельче клетки – темнее. Поэтому светлый и темный слои вместе соответствуют одному году. Это правило с исключениями. Иногда за год образуется два кольца, иногда (в тропических условиях) – одно кольцо за несколько лет.

Появление колец может зависеть от сезонных колебаний климата, смены длины дня в течение года, от внутренних ритмов развития растения. Другое дело – отсутствие колец. Такие деревья растут лишь во влажных тропиках, где в течение года климат и длина дня почти не меняются. Стволы таких деревьев встречаются в отложениях всех геологических периодов, начиная с девонского. Эти находки не разбросаны по поверхности Земли как попало, а приурочены к определенным зонам, климат которых по этой причине можно считать очень теплым, влажным, и, главное, выравненным в течение года.

Другое свидетельство палеоклиматов – количество древесины в деревьях (рис. 6). По этой особенности все деревья можно разбить на две большие группы. К одной из них относится подавляющее большинство

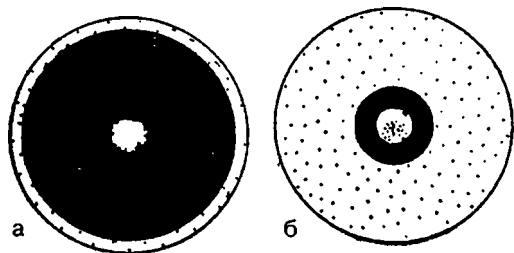


Рис. 6. Два типа многолетних стволов, различающиеся по относительному количеству древесины (показана черным), сердцевины и коры. Стволы с большим количеством древесины (а) могут жить в разных климатических условиях, а стволы, где резко преобладает кора и сердцевина (б), живут лишь в безморозном климате

всем известных современных деревьев — дуб, сосна, ель, береза, вяз и многие другие. У них основная часть ствола состоит из древесины, тогда как кора и сердцевина занимают совсем немного места. Этот тип стволов встречается повсюду, где вообще могут расти деревья, т.е. и в тропиках, и в суровых условиях сибирской тайги²².

У второй группы, к которой принадлежат пальмы, цикадовые

(«саговые пальмы» или саговники) и многие вымершие растения, в том числе и уже знакомые нам по прошлому разделу лепидодендроны, древесина также есть, но ее сравнительно немного. Она собрана или в отдельных пучках, разбросанные по всему стволу, или образует неширокое прерывистое кольцо внутри ствола. В остальном ствол состоит из широкой сердцевины и толстой коры, пересекаемой тяжами проводящей ткани, идущими к листьям. С поверхности такие стволы часто покрыты плотным слоем черешков от уже опавших листьев²³.

Не совсем понятно, в чем здесь дело, но только деревья второй группы не могут жить в местах, где бывают морозные зимы. Они растут лишь в безморозном климате, т.е. в тропиках и наиболее теплых субтропиках (рис. 7). Правда, в культурных насаждениях эти растения продвинулись и дальше на север, но в естественных условиях это правило почти не нарушается.

Хороший палеоклиматический показатель и мангровые заросли, о которых шла речь выше. Современные мангры можно встретить лишь по берегам тропических морей, поблизости от устьев крупных рек, несущих много ила. Там, где море хотя бы ненадолго замерзает, мангровые заросли неизбежно гибнут. Почему такие заросли не образуются по берегам незамерзающих рек за пределами тропиков, неясно, но это тоже установленный факт.

Само собой разумеется, что чем более теплым и влажным был климат, тем богаче и разнообразнее была флора. Эта закономерность выдерживается для любого геологического времени. Конечно, нельзя это

²² Этот тип стволов называется «пикноксилитическим». (Ред.)

²³ Такие стволы носят название «маноксилитических». (Ред.)

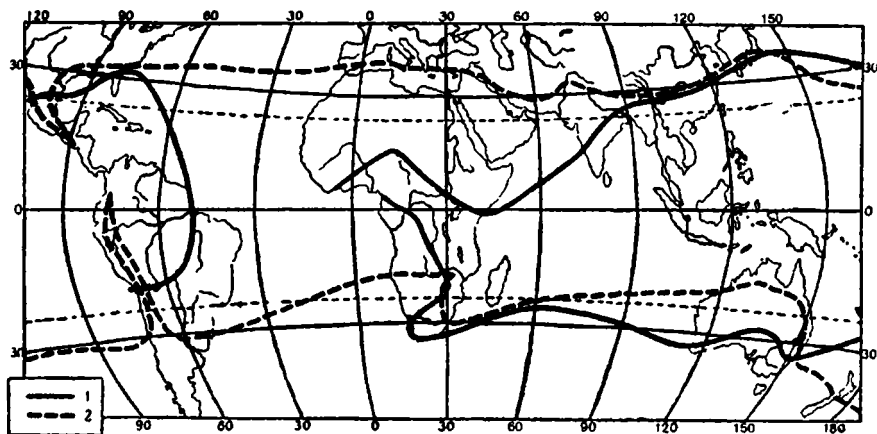


Рис. 7. Современное распространение цикадовых (1) и пальм (2), т. е. растений с многолетними стволами, в которых мало древесины

правило применять автоматически, не подумав. Если в каких-то отложениях мы находим мало остатков ископаемых растений или эти остатки очень однообразны, то не надо сразу делать вывод о неблагоприятном климате. Здесь могли сыграть решающую роль и другие причины – неподходящие условия для захоронения, скудные почвы и многое другое.

Есть и иные, более частные, особенности растений, по которым можно судить о климате в целом или его отдельных свойствах. Например, было замечено, что в местах, где очень обильны дожди, у многих растений кончики листьев оттянуты в капельницы, благодаря чему влага быстрее скатывается вниз и не отягощает крону дерева. Иногда у видов одного и того же рода, живущих в теплом и более холодном климате, листья рассечены в разной степени. У теплолюбивых видов листья чаще с цельные краем, а у видов более холодных мест край более рассеченный. Эта закономерность, впервые подмеченная для современных растений, прослеживается и в геологическом прошлом. Например, в юрском и меловом периоде в тропиках господствовали саговники и *беннеттиты* (вымершая группа голосеменных растений, у которых листва была примерно такая же, как у саговников, а органы размножения напоминали цветки). В северной внетропической области, называемой Сибирской, саговников и беннеттитов очень мало, а для тех, которые известны, часто характерны листья с сильно надрезанным краем. Эту особенность сибирских растений мезозоя впервые недавно отметил палеоботаник В.А. Вахрамеев²⁴ (рис. 8).

²⁴ Всеволод Андреевич Вахрамеев (1912–1986) – выдающийся советский стратиграф и палеоботаник, член-корреспондент АН СССР, специалист по мезозойским флорам (Ред.).

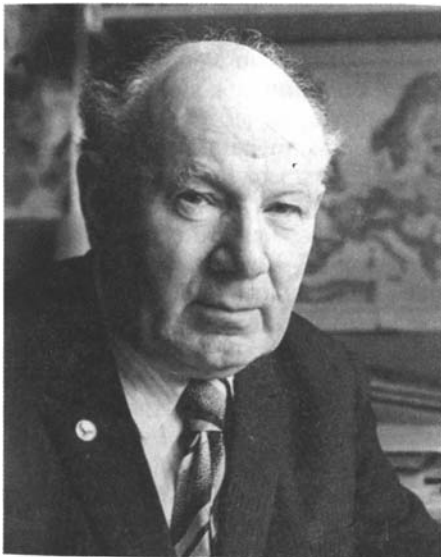


Рис. 8. В. А. Вахрамеев.

Однако, как бы полно ни была известна ископаемая флора из отложений любого возраста, всегда надо обращать внимание на горные породы, в которых она захоронена, на окружающие отложения, на остатки животных, находимых здесь же. Этот многосторонний анализ совершенно необходим и вот почему.

Вообразите современную пустыню с текущей через нее рекой. Весной и в самом начале лета пустыня покрыта цветущим ковром. Но вот солнце начинает припекать сильнее, трава подсыхает на корню и отмершие стебли и листья развеиваются ветром. Останутся зелеными только те растения, которые поселились поближе к воде. Их остатки попадут в отложения реки и станут

достоянием палеоботаников будущего. Эти растения не испытывали недостатка во влаге при жизни, хотя их и окружала пустыня. Глядя на них палеоботаник может сделать вывод о том, что климат был теплым и влажным, и попасть впросак. Этого не случится, если при восстановлении климата прошлого будут учитываться и облик животных, и характер осадочных пород.

Точно так же, найдя кусок древесины без колец прироста, необходимо помнить о том, что его могли принести морские течения за тысячи километров. Ведь и сейчас по берегам безлесных арктических островов встречаются целые завалы деревьев, принесенных течениями с юга и выброшенных волнами на берег («плавник»).

Короче говоря, остатки растений — не автоматические приборы, на которые надо лишь взглянуть и записать показания. Восстановление палеоклиматов по палеоботаническим данным — сложный и кропотливый исследовательский процесс с тщательным взвешиванием отдельных фактов, требующий большой осторожности в выводах, поэтому нарисованная ниже картина климатической истории Земли за последние 350 с лишним миллионов лет ещё далека от завершенности. Это лишь грубый набросок, многие штрихи которого ещё предстоит проверять и уточнять.

Самые древние из известных нам наземных растений, жившие в силурийском и девонском периодах, почти ничего не говорят о климате тех времен. Более того, как уже рассказывалось в прошлой главе, до сих пор не удастся для обоих периодов выделить сколько-нибудь четкие об-

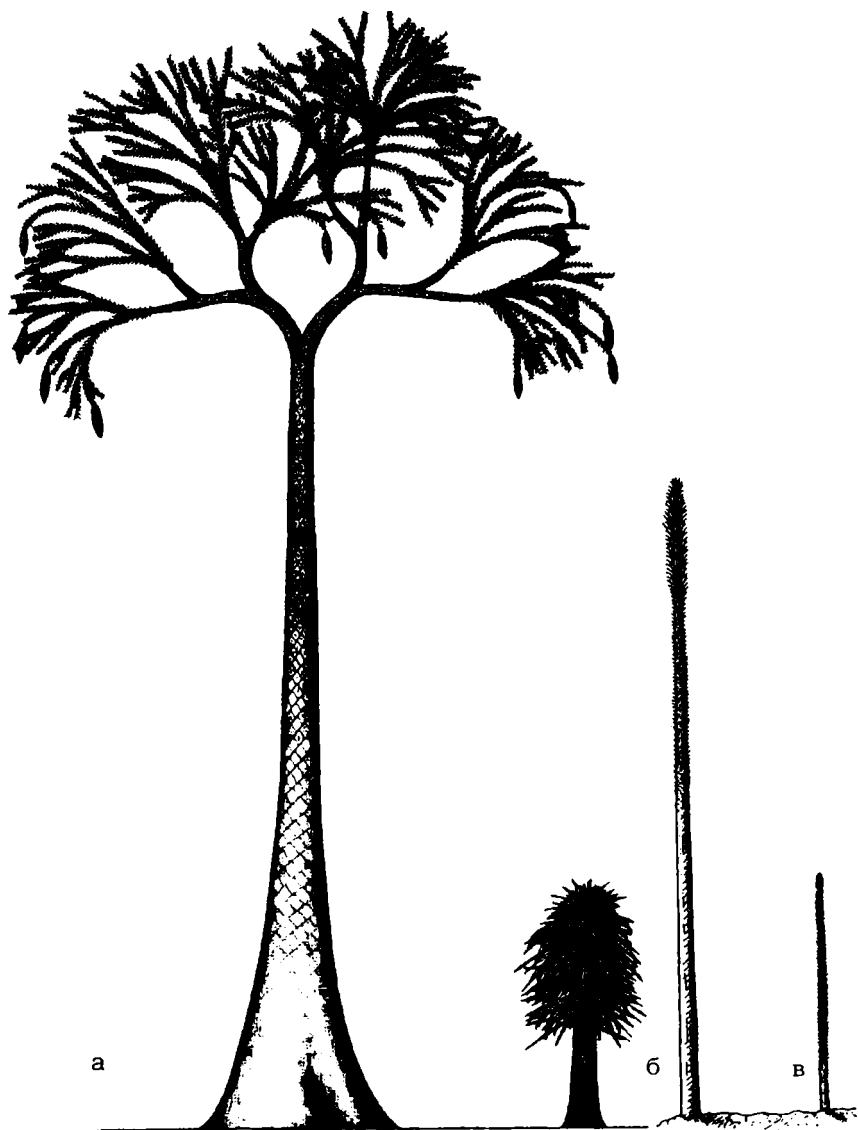


Рис. 9. Каменноугольные плауновидные: а – древовидные лепидодендроны тропиков; слева взрослое дерево высотой до 40 м, справа - молодое растение (по В.Джиллеспи, Дж.Клендингу и Г.Пфефферкорну); б, в – плауновидные Северной Азии (б – томиодендрон, в – лофиодендрон).

ласти распространения флор различного типа. Многие роды и виды распространены на огромных пространствах. Конечно, известны и такие растения, которые пока встречены лишь в нескольких местах и даже в одном местонахождении. Но в облике этих растений нет ничего такого, что можно было бы использовать для восстановления палеоклиматов. Приложить перечисленные выше палеоклиматические критерии к древнейшим наземным растениям не удастся по нескольким причинам. Главное то, что о большинстве этих растений мы не знаем, были ли они однолетними или многолетними. Лишь у очень немногих из них была массивная древесина. Скорее всего девонским растениям было еще не под силу образовывать настоящие мангровые заросли.

Только в последней трети девона в геологической летописи появляются растения (их листья описана под названием *археоптерис*, см. выше), у которых были массивные, до 1,5 м в поперечнике стволы, состоящие почти из сплошной древесины. Кольца прироста в этих стволах отсутствуют или слабо намечаются. Такие стволы найдены в Донбассе, Казахстане, Западной Европе, Северной Америке. Самые северные находки сделаны на Земле Элсмira в Канадском архипелаге примерно на 80° северной широты. У этих наиболее северных форм кольца прироста почти не выражены. Поэтому можно предполагать, что по крайней мере в этой части Арктики в позднедевонскую эпоху был очень теплый и влажный климат с очень небольшими сезонными колебаниями.

Количество палеоклиматических свидетельств, даваемых каменноугольными растениями, несравненно больше. Уже в раннекаменноугольную эпоху можно отчетливо видеть три главные флоры – северную, или *ангарскую*, экваториальную, или *еврамерийскую*, и южную, или *гондванскую*. Эти три типа флор просуществовали по меньшей мере сто миллионов лет. Их названия полезно запомнить, чтобы разобраться с содержанием следующей главы.

В течение каменноугольного периода облик всех трех флор менялся как за счет эволюции составлявших их растений, так и вследствие изменения климатических условий. Еврамерийская флора карбона (так иногда называют сокращенно каменноугольный период) – одна из первых ископаемых флор, с которыми столкнулись палеоботаники. Именно в каменноугольное время образовались главные угольные месторождения Западной Европы и Северной Америки, разведка и разработка которых всегда доставляла в палеоботанические лаборатории огромное количество растений.

Еврамерийская каменноугольная флора безусловно была самой теплолюбивой из одновременных ей флор и жила примерно в тех же условиях, что и современные тропические леса. В пользу этого предположения свидетельствуют все признаки тропиков, о которых говорилось выше, – и огромные, до 2 м в поперечнике, стволы древовидных плауновидных, состоящие почти из одной сердцевины и коры, и отсутствие колец прироста в древесных стволах, и явные следы мангровых зарослей, и богатство самой флоры, и многое другое.

Но остатки растений этой флоры мы находим совсем не там, где сейчас раскинулись тропические леса. Классические местонахождения еврамерийских растений протянулись широкой полосой через всю Западную Европу и большую часть Северной Америки. На юге эта полоса прихватывает северную окраину Африки, Турцию и Северную Азию, а на север уходит в высокие широты вплоть до Гренландии и Шпицбергена. Нелегко представить себе тропические заросли на арктических островах, но это – установленный факт, которым не приходится спорить. Объяснить его мы попытаемся в следующей главе.

Ангарская флора, располагающаяся к северу от еврамерийской, занимала Северную Азию. Ее южным форпостом была Монголия, а самые богатые местонахождения растений известны в Кузнецком и Тунгусском бассейнах. Климатическая история этой части Земли в каменноугольном периоде своеобразна. В первое трети периода главную роль в этой флоре играли древние плауновидные. Они не достигали таких огромных размеров, как в Еврамерийской области. Самые крупные стволы едва ли были больше 30–40 см в толщину. Большей частью это были просто толстые, неветвящиеся палки, покрытые ближе к верхушке густой щеткой листьев. Но, по-видимому, эти растения были многолетними, а древесины в их стволах было очень мало. Поэтому можно предположить, что ангарский климат этого времени хотя и не был настоящим тропическим, но все же достаточно теплым, безморозным.

Когда в конце раннекаменноугольной эпохи климат похолодал, эти растения довольно быстро исчезли и им на смену пришли совершенно другие растения. И эти пришельцы, и их близкие родственники давно уже вымерли. Подобно тому, как сейчас в Сибири господствуют хвойные леса, в последних двух третях каменноугольного периода в этих местах основную роль играли *кордаиты*. Это были большие деревья с длинными лентовидными листьями. В их древесине хорошо видны кольца прироста. Не меньшую роль в сибирской каменноугольной тайге играли своеобразные растения с листьями как у папоротников, но размножавшиеся не спорами, а семенами.

Сказать точно, каким был климат Сибири в этой части каменноугольного периода, трудно. Никаких признаков тропического или безморозного климата мы не находим. Принято считать, что здесь было тепло, но зимы могли быть и довольно холодными, может быть даже морозными. Но таких холодов, как сейчас, в то время в Сибири, конечно, не было.

К югу от еврамерийской флоры поселилась гондванская флора, получившая свое название от древнего материка Гондваны, который, по мнению многих геологов, когда-то объединял воедино Южную Африку, Южную Америку, Австралию, Индию и Антарктиду. Насколько справедлива гипотеза о существовании этого материка, мы увидим в следующей главе. Но сами эти термины «Гондвана» и «гондванская флора» уже настолько прижились в литературе, что их употребляют даже противники гипотезы о существовании этого материка.

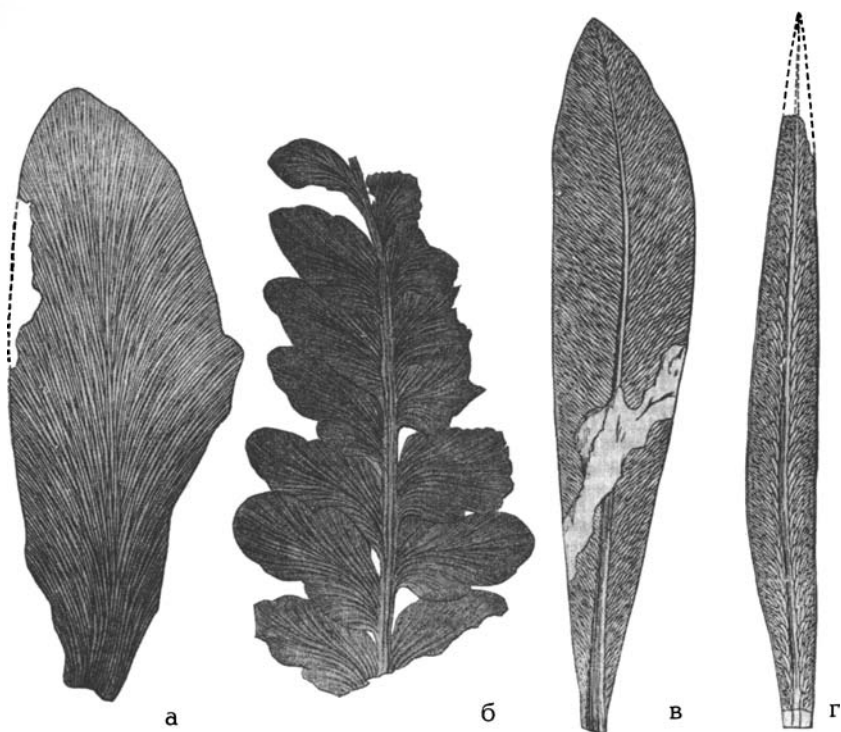


Рис. 10. Листья типичных растений глоссоптерисовой флоры: а – гангамоптерис (*Gangamopteris*), б – гондванидиум (*Gondwanidium*), в-г – глоссоптерис (*Glossopteris*) (по Берри, 1924).

Гондванская флора гораздо беднее и еврамерийской, и ангарской. Внешне она очень однообразна. На кладбищах ископаемых растений попадают языковидные и ланцетные листья с сетчатым жилкованием. Эти листья относят к двум родам – *глоссоптерис* (по названию рода гондванскую флору иногда называют *глоссоптериевой*) и *гангамоптерис*. Вместе с ними изредка встречаются другие растения²⁵.

²⁵ Хотя появление глоссоптериевой флоры до сих пор надежно не датировано, вероятнее всего, она сформировалась в позднем карбоне. Более древняя (раннекаменноугольная) флора Гондваны известна из Аргентины, Восточной Австралии и Кашмира. Она представлена тонкостольными древесными плауновидными, растениями с папоротниковидной листвой, среди которых могут быть голосеменные и прогимноспермы и членистостебельными. В среднем карбоне на смену ей пришла так называемая ноторакоптериевая флора, лучше всего изученная в Австралии, Аргентине

Весь облик гондванской флоры ясно говорит о том, что она жила в условиях климата, довольно холодного и, во всяком случае, умеренного. Показательно, что на гондванских материках во многих местах встречаются отложения, оставленные ледниками. В некоторых районах ледники сползали в море и приносили с собой гальку и валуны, которые после таяния льда примешивались к морским осадкам. Сходные ледово-морские отложения недавно были обнаружены на северо-востоке СССР, то есть в глубинах территории с ангарской флорой.

В конце каменноугольного периода на востоке и юго-востоке Азии, и прежде всего в Китае и Корее, т.е. на древнем материке *Катазия*, из флоры еврамерийского облика образовался четвертый самостоятельный тип флоры — *катазиатский*. С точки зрения специалистов, эта флора сильно отличается от еврамерийской, но в рамках этого раздела объяснять разницу не имеет смысла. Скажем только, что эта флора, как и еврамерийская, была очень теплолюбивой и влаголюбивой. Её вполне можно считать тропической.

В пермское время различия между перечисленными четырьмя типами флор еще больше увеличилось. В Западной Европе началось иссушение климата, и на смену влаголюбивым каменноугольным растениям пришли различные хвойные. Облик ангарской, катазиатской и гондванской флор изменялся меньше, поэтому можно предположить, что климат на территории, которую они заселяли, менялся мало. Правда, в начале перми ангарская флора испытала еще одно похолодание и стала беднее и однообразнее.

Климатическая история мезозоя по палеоботаническим данным полнее всего восстановлена для Евразии. Долгое время господствовало убеждение, что в мезозое климат по всей планете был очень однообразным, поскольку различия известных мезозойских флор казались несущественными. Исследованиями отечественных палеоботаников А.Н. Криштофовича²⁶, В.Д. Принады²⁷ и особенно В.А. Вахрамеева показали, что в мезозое, как и в другие геологические времена, зоны растительно-

и Бразилии. В её состав входят прогимноспермы, плауновидные и членистостебельные. Из других растений указывались хвойные и кордаиты. В конце среднего или начале позднего карбона значительная часть Гондванского материка была охвачена оледенением, с которым связано начало распространения глоссоптерневой флоры, в частности, — появление упоминавшихся *гангамоптерисов*. По мнению американского палеоботаника Г. Реталляка, во время оледенения перигляциальные равнины покрывала тундровая растительность из прогимноспермов *Botrychiopsis* («ботрихиопсисовая тундра»). (Ред.)

²⁶ Африкан Николаевич Криштофович (1885—1953) — крупнейший советский палеоботаник, действительный член АН СССР, специалист по мезозойским и кайнозойским флорам; фактический глава советской палеоботанической школы в послевоенные годы. (Ред.)

²⁷ Василий Дмитриевич Принада (1897—1951) — советский палеоботаник, специалист по пермо-триасовым и мезозойским флорам. (Ред.)

сти, связанные с различным климатом, существовали, хотя они не были столь резкими как в палеозое или сейчас.

Контрастность климатических зон в мезозое, палеозое и кайнозое тесно зависела от территорий с засушливым климатом. Когда эти территории сливались в единый широкий пояс, как это бы в пермскую и позднелюрскую эпохи, контрастность растительных зон увеличивалась. В другие эпохи засушливые территории сокращались, разбивались на разрозненные участки. Открывались пути для переселения влаголюбивых растений, резкость различий во флорах снижалась.

В кайнозойской эре зеленый покров планеты все больше и больше приближался по облику к нынешнему. Один за другим в геологической летописи появляются современные роды и виды растений. В начале кайнозоя климат по всей Земле был значительно теплее, чем сейчас. Во многих местах Европы мы находим остатки субтропических и даже тропических растений этого возраста. Например, в районе Лондона встречены обильные захоронения семян растений, ближайшие родственники которых сейчас населяют влажные тропики и субтропики Юго-Восточной Азии. Но чем ближе к нашим дням, тем все больше встречается холоднолюбивых растений, исчезают пальмы, появляются дуб, береза, граб и другие тепломеренные древесные породы. Климат стал явно холодать. Кульминационным пунктом этого похолодания было великое оледенение, не закончившееся и поныне и покрывающее сейчас Антарктику и арктические острова.

ПАССАЖИРЫ ИЛИ ПОСТОЯЛЬЦЫ?

Сейчас на Земле живет свыше 400000 видов растений, и каждый имеет свою территорию распространения. Одни растения могут жить в самых разнообразных условиях. Например, обыкновенный тростник благополучно растет в Арктике и Индии. Другие распространены на очень небольшой площади. Поэтому на Земле нет и не может быть двух мест с абсолютно одинаковым растительным покровом. Вместе с тем зеленое население планеты – не беспорядочная мозаика. В его строении еще в начале прошлого века были подмечены закономерности, которые с тех пор изучают две научные дисциплины – география растений и геоботаника. В предыдущей главе мы видели, что в прошедшие геологические эпохи распространение растений по поверхности Земли также было закономерным.

Эти закономерности определяются разными причинами, и важнейшие из них – климат, рельеф, морские и океанические бассейны, предшествующая геологическая история района. Каждый фактор действует не поодиночке, а вместе с другими. Поэтому складывается сложное переплетение причинных связей, разобраться в которых нелегко.

Растительный мир чутко реагирует на все перемены во внешних условиях. В то же время, и отдельные растения, и, тем более, их сообщества обладают довольно значительной устойчивостью к этим переменам. Если климат или другой важный внешний фактор изменился не слишком сильно, внутри таких сообществ происходит лишь некоторое перераспределение участников, а общий облик сообщества сохраняется. Только когда изменения внешних условий перейдут определенную грань, происходит распад сложившегося равновесия. Прежнее сообщество исчезает, на смену ему постепенно приходит иное сообщество, более приспособленное к новым условиям²⁸. Поэтому изменения типов растительности от одной территории к другой, а в пределах данного района — от эпохи к эпохе происходят плавными скачками. Поэтому-то рубежи между растительными группировками на карте и в геологическом разрезе не есть нечто условное и надуманное. Эти рубежи вполне реальные, их можно видеть и изучать.

Исследуя современное распределение растений, ботаник пытается подыскать объяснение наблюдаемой картине и анализирует климат, особенности лика Земли, пытается понять предшествующую историю территории. Так же поступает и палеоботаник, когда он хочет разобраться во флористических областях и провинциях геологического прошлого. Но если ботаник может легко найти все интересующие его данные о климате, рельефе, морях и океанах на физико-географических и климатических картах, то палеоботанику получить подобные сведения не так-то просто. Конечно, он может найти в литературе палеогеографические карты для каждого геологического периода, построенные на основании изучения состава горных пород и распространения ископаемых организмов. Но, к сожалению, многие контуры на этих картах основаны на гипотезах и косвенных соображениях, а не на окончательно доказанных фактах.

Палеоботаник обязан знать эти карты, но он не может им полностью доверять. Более того, в его руках материал, который позволяет ис-

²⁸ По современным представлениям науки о растительных сообществах (*фитоценологии*), в изменениях растительного покрова, вызванных различными причинами, можно выделить *флуктуации* — ненаправленные, сравнительно краткосрочные (разногодичные) изменения, не связанные с изменением состава растительных сообществ и определяющиеся сезонными и погодными изменениями климата, а также такими факторами, как, например, воздействие животных. Другим типом изменений являются *сукцессии* — постепенные, направленные изменения под действием внешних и внутренних причин, не приводящие к возникновению новых по структуре и составу типов сообществ. Третий тип — *эволюция* в собственном смысле слова — связан с длительными направленными изменениями, в результате которых возникают *новые типы сообществ* за счет процессов видообразования, заносов новых видов и их комбинации с местными видами, а также исчезновения ранее существовавших видов. Наконец, четвертым типом являются *нарушения* — резкие, скачкообразные изменения, вызванные уничтожением всего сообщества или его части какими-либо внешними факторами. (*Ред.*)

править и дополнить нарисованную картину. Ведь на основании ископаемых флор можно судить о былых связях между материками и, наоборот, о барьерах, когда-то препятствовавших расселению растений. Мы не даром только что говорили о закономерностях в распределении растений по поверхности планеты. Если построенные карты противоречат этим закономерностям, то это значит, что карты нуждаются в исправлении. Иногда такие исправления очень значительны. Один из самых характерных примеров – история палеогеографических реконструкций для позднего палеозоя, а именно для каменноугольного и пермского периодов.

Еще в прошлом веке были установлены некоторые факты, на основе которых в дальнейшем родилась гипотеза перемещения континентов. Сначала было обнаружено, что каменноугольные растения Западной Европы и Северной Америки удивительно сходны. Отсюда затем возникло предположение, что в каменноугольном периоде Атлантического океана не существовало. Тогда же были изучены коллекции ископаемых верхнепалеозойских растений из Южной Америки, Южной Африки, Австралии и Индии, и снова оказалось, что во всех этих местах флоры одинаковые, но уже не такие, как в Западной Европе и Северной Америке. Это единство флор южных материков и Индии легло в основу гипотезы о том, что в верхнем палеозое в Южном полушарии располагался единый огромный материк – Гондвана.

В середине прошлого века в Индии были обнаружены своеобразные породы. Внешне они разительно напоминали скопления валунов и глины, остающиеся на местности, когда отступает тающий ледник. Как известно, ледники не стоят на месте. Они медленно двигаются, захватывая и перемещая камни и почвенный слой. На валунах, которые путешествуют в толще льда, остаются глубокие борозды и царапины. Если леднику на его пути попадается крепкая скала, он стачивает ее и оставляет на ее поверхности шрамы. Именно такие ледниковые породы и нашли в Индии. В них были запечатаны валуны, некоторые из них достигали ста тонн весом. Нашли и исцарапанные скалы, через которые когда-то переползал ледник. Потом такие же ледниковые породы («тиллиты») нашли в Южной Африке и Австралии (еще позже – в Южной Америке, а совсем недавно в Антарктиде).

Наконец, еще одно наблюдение касалось очертания материков. Если приложить Южную Америку к Африке, то их контуры совпадают.

В начале нашего века было сделано одно замечательное открытие. Английская экспедиция под командованием капитана Р. Скотта, целью которой было достижение Южного полюса, обнаружила в феврале 1912г. в глубинах Антарктиды (в 500 км от полюса) остатки ископаемых растений. Эта экспедиция закончилась трагической гибелью участников. Но образцы – 14 килограммов камней – найдены спасателями в грузе экспедиции и переправлены в Англию. Оказалось, что в верхнем палеозое в Антарктиде росли те же растения, что и в других частях Гондваны.

В числе этих растений были *глоссотерисы*, имевшие языковидные листья с толстой средней жилкой и сеткой боковых жилок.

На основе этих и некоторых других наблюдений и родилась гипотеза перемещения континентов, которую наиболее четко и обоснованно впервые сформулировал Альфред Вегенер²⁹. Он предположил, что в палеозое все материки объединялись в один гигантский праматерик *Пангею*, который в начале мезозоя раскололся на части, расплзшиеся затем в разные стороны. Между этими частями образовались Атлантический и Индийский океаны. Позже последователь Вегенера А.Дю-Тойт³⁰ высказал мысль, что первоначально был не один, а два материка – *Лавразия*, объединявшая Европу, Азию (без Индии) и Северную Америку, и *Гондвана* (рис. 11). Между этими гигантскими суперматериками пролегал исчезнувший теперь океан *Тетис*.

Гипотеза перемещения континентов позволяла объяснить очень многие, до того непонятные факты. Действительно, если Индия, Африка, Южная Америка, Австралия и Антарктида некогда были объединены, естественно, что у них был и одинаковый растительный покров. Становится понятным и сходство палеозойских флор Западной Европы и Северной Америки, а также сходство очертаний берегов по обе стороны Атлантического океана. Перестает быть загадкой и присутствие ледниковых отложений в Индии и других местах, где сейчас раскинулись тропические джунгли. Наконец, детальные исследования, проведенные в Южной Африке и Южной Америке, показали удивительное сходство в геологическом строении районов по обе стороны Атлантики. Более того,

²⁹ Альфред Лотар Вегенер (Alfred Lotar Wegener, 1880–1930) – выдающийся немецкий геофизик и метеоролог, профессор метеорологии и геофизики в Университете г. Граца. Получил докторскую степень по астрономии, но затем стал сотрудником известного немецкого метеоролога и климатолога В.П.Кеппена. Погиб во время экспедиции в Гренландию, ставившей целью получить геодезические данные, подтверждающие современное расхождение материков северного полушария по обе стороны Атлантического океана. Впервые свои идеи о перемещении континентов А. Вегенер изложил в 1912 г. в небольшой книге «Происхождение материков». Наиболее известная книга Вегенера «Возникновение материков и океанов» (1915), в которой подробно изложена и аргументирована его гипотеза о перемещении континентов, неоднократно переиздавалась (1920, 1922, 1928) и была переведена, в том числе, на русский язык (см.: Вегенер А. 1925. Происхождение материков и океанов. Госиздат. М.-Л. 145 с.) (Ред.)

³⁰ Александр Дю Тойт (Alexandre Du Toit, 1878–1948) – выдающийся южноафриканский геолог, сотрудник Геологической службы Южной Африки. В 1938 г. опубликовал известную книгу «Наши блуждающие материки», в которой поддержал гипотезу А. Вегенера, но разошелся с ним в реконструкции первичной картины распределения материковых масс. Если Вегенер предполагал существование единого гигантского праматерика Пангеи, то по мнению Дю Тойта, существовали два циркумполярных суперконтинента – Гондвана в Южном полушарии и Лавразия в северном, разделенные экваториальным древним Тихим океаном (Тетисом). Последующее соединение Лавразии с Гондваной привело к образованию Альпийско-Гималайского складчатого пояса. (Ред.)

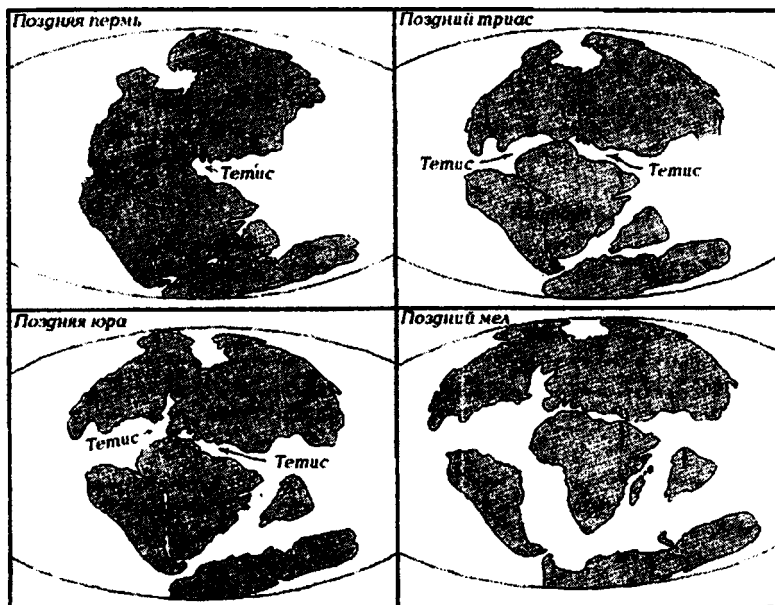


Рис. 11. Раскол суперконтинента Пангеи и перемещение основных континентальных массивов с конца перми. Стрелками показано направление движения материков (По Р.Дитцу и Дж.Холдену, 1970)

если приложить Африку к Америке, некоторые линии на геологической карте прямо протягиваются с одного материка на другой.

Однако далеко не всем геологам эти многочисленные доказательства показались убедительными³¹. Кроме того, гипотеза перемещения материков не могла предложить сколько-нибудь удовлетворительного объяснения самого механизма перемещения. Эти же упреки в адрес последователей Вагенера можно услышать и сейчас, хотя, если следовать подобной логике, надо требовать от астрономов объяснения механизма действия протуберанцев на солнце, коль скоро они утверждают, что эти протуберанцы видны в телескоп.

³¹ Споры вокруг гипотезы дрейфа материков А.Вегенера были очень жаркими в течение 20-х годов прошлого века. Несмотря на то, что дискуссия выявила прочность большинства аргументов, выдвигавшихся в пользу перемещения материков, к концу 30-х годов гипотеза Вегенера практически не имела сторонников, за исключением отдельных выступлений, вроде упоминавшейся книги А.Дю Тойта. В 30–50-х годах гипотеза о движущихся материках в основном отвергалась и рассматривалась как фантазия. Лишь к началу 60-х годов накопились данные, которые привели к возрождению идей Вегенера в форме «новой глобальной тектоники» или «тектоники литосферных плит». Подробнее об истории гипотезы перемещения материков см., напр.: Кэри У. 1991. В поисках закономерностей развития Земли и Вселенной. История догм в науках о Земле. Издательство «Мир». М. 447 с. (Ред.)

Спор противников гипотезы перемещения континентов, то есть «фиксистов»³² с её сторонниками (или «мобиристами»³³) продолжается уже более полувека с попеременным успехом³⁴. Интересно, что позиция того или иного геолога в этом споре часто зависела от района, в котором он сам работал. Геологи, изучавшие южные, гондванские материки, особенно те из них, которым довелось видеть собственными глазами поразительное сходство геологического строения, например, Южной Африки и Южной Америки или менее удивительное сходство кладбищ ископаемых растений Антарктиды и Индии, безоговорочно становились на сторону мобиристов. Но те исследователи, которые изучали геологическое строение, скажем, Северной Азии и были знакомы с доводами мобиристов лишь по литературе, с трудом мирились с предположениями о гигантских горизонтальных перемещениях крупных участков земной коры. Именно этим, по-видимому, объясняется отрицательное отношение к мобиристским взглядам многих геологов нашей страны. Противники мобилизма у нас всегда были в подавляющем большинстве и только в последние годы их ряды стали заметно редеть.

Как же объясняют фиксисты все те факторы, о которых шла речь выше и на которых основываются представления о перемещении материков? Они считают, что общность наземного растительного мира между материками в геологическом прошлом объясняется не тем, что растения были пассажирами надвигающихся земных масс. По их мнению, растения всегда были постоянльцами, и лишь когда между материками устанавливались связи из архипелагов, островов или перемычек суши, они переправлялись через водные преграды по образовавшимся мостам. По мнению фиксистов, сходство береговых линий Африки и Южной Америки случайно или свидетельствует о неких закономерностях в формировании контуров материков. Верхнепалеозойское оледенение в Индии и других местах, сейчас расположенных в тропиках, они считают горным (правда, забывая, что вместе с тиллитами часто находят морские раковины).

Подобные контраргументы были предъявлены и по поводу других соображений мобиристов. Кроме того, фиксисты указали на значительное сходство растений юго-востока Азии и юго-запада Северной Америки. Хотя этот факт трудно объяснить и с позиции устойчивости материков, но мобиристов он устраивал еще меньше. Поэтому о нем они стараются не вспоминать в ходе дискуссии,

Но есть еще целая группа наблюдений, которая до сих пор мало привлекала внимание участников спора и которая тем не менее имеет немаловажное значение. Эти наблюдения касаются некоторых особен-

³² Т.е. признающими постоянное, фиксированное положение материков (Ред.)

³³ От латинского слова *mobile*, означающего движение, в данном случае – материковых масс (Ред.)

³⁴ Работа С.В. Мейена писалась в период начала возрождения мобиристских идей в СССР в начале 70-х годов прошлого века (Ред.)

ностей распределения ископаемых и современных растений, долго оставшихся почти незамеченными.

В прошлой главе говорилось о том, что в каменноугольном и пермских периодах растительный покров планеты распадался на четыре типа, соответствующих разным климатам. Еврамерийская и катазиатская флоры, заселявшие Северную Америку, Европу, Среднюю Азию, Китай, Корею и Юго-Восточную Азию, жили в тропическом климате. Ангарская флора Северной Азии, а в перми и на востоке европейской части СССР, а также гондванская флора жили во внетропических условиях, может быть в умеренном или теплоумеренном климате. Оконтурив получившиеся климатические зоны, мы получим весьма своеобразную картину. Полоса тропиков почти целиком располагается в одном полушарии и, что еще важнее, удивительно неравномерна в ширину. В районе современной Атлантики ее ширина около 8 тыс. км, севернее Индии – не более 1 тыс. км, а на востоке Азии снова около 5 тыс. км.

Северное смещение палеозойских тропиков по отношению к нынешнему экватору отмечалось уже давно. При этом указывалось, что современные климатические зоны в Северном и Южном полушариях также заметно асимметричны. Например, в Южном полушарии зона умеренного климата очень узкая, а в некоторых местах, где субтропики резко сменяются тундрой, и почти полностью отсутствует. Но при этом не учитывались по крайней мере три факта. Во-первых, резкая неравномерность палеозойской тропической зоны. Во-вторых, то, что она не просто смещена к северу, а почти целиком лежит в одном полушарии, в-третьих, что асимметрия современных климатических зон в обоих полушариях, объясняющаяся неравномерным распределением материков и океанов, мало затрагивает тропическую зону, т.е. ту самую зону, которая на палеозойской палеогеографической карте получается сильно смещенной к северу. Кроме того, современная тропическая зона значительно ровнее палеозойской.

Эти наблюдения показывают, что положение границ тропической зоны в значительно большей степени контролируется астрономическими факторами (величиной солнечной радиации), чем местными географическими условиями, такими, как рельеф, холодные или теплые морские течения и др. Эти местные условия усложняют контур границы и вызывают ее небольшое смещение, но не нарушают общей симметрии тропиков по отношению к экватору.

Этот вывод о зависимости ботанико-географических границ высшего ранга (а граница тропиков и внетропиков именно такого ранга) прежде всего от астрономических факторов подтверждается и палеоботаническими наблюдениями. Если нанести северную границу тропиков и внетропиков в разные эпохи от начала каменноугольного периода до середины мелового периода, т.е. за 250 миллионов лет, то получится серия близко расположенных линий, укладывающихся в полосу шириной порядка 1–2 тыс. км. Если учесть те огромные перемены в палеогеогра-

фии, которые произошли за это время, – воздвижение горных цепей и их пенеопленизацию, наступление и отступление морей и т.д., то станет ясно, что наблюдаемое смещение этой границы не очень-то значительно. Во всяком случае, оно не идет ни в какое сравнение со смещением южной границы, которая, как склонны думать фиксисты, именно под действием этих причин проходила в палеозое севернее экватора. Интересно, что за те же 250 млн. лет южная граница тропиков проделала путь в несколько тысяч километров по современной градусной сетке, неуклонно смещаясь все южнее и южнее.

Объяснить все эти климатические парадоксы пока можно лишь с позиций мобилизма, допустив, что не только градусная сетка перемещалась по поверхности материков вместе с изменением положения полюсов, но и сами материки перемещались по этой сетке относительно друг друга.

С мобилистскими представлениями хорошо согласуются и другие палеоботанические наблюдения последних лет. Например, долго полагали, что северная (ангарская) и южная (гондванская) внетропические флоры позднего палеозоя были близко родственными. Это противоречило гипотезе, что Лавразия и Гондвана были разделены широким океаном (Тетисом). Однако после детального изучения родов растений, считавшихся общими для Ангариды и Гондваны, выяснилось, что сходство их южных и северных представителей обманчивое и связано с конвергенцией. Точно также лишь поверхностной оказалась и близость растений во флорах Катазии и юго-запада Северной Америки.

Не только палеоботанические аргументы усиливают позицию мобилистов в их споре с фиксистами. На перемещение материков указывают и данные об остаточной намагниченности горных пород, сохранившейся с тех времен, когда порода еще только накапливалась. Есть методы, позволяющие расшифровать положение магнитного полюса в то время. Сопоставляя данные, полученные по разным материкам, палеомагнитологи пришли к выводу, что материки должны были двигаться³⁵. В пользу мобилизма высказываются и специалисты в других областях знаний – палеоклиматологи, зоологи, ботаники и др.

Но эта растущая популярность мобилистских идей еще отнюдь не значит, что спор близится к концу. В истории науки не раз случалось, что внешне убедительная, объяснявшая многие загадочные факты теория, поддерживаемая большинством исследователем, вдруг спотыкается на вроде бы незначительном факте, а затем оказывается несостоятельной, уступает место другой теории и становится достоянием истории.

³⁵ Об аргументах, подтверждающих гипотезу о перемещении континентов, см. также статьи «Ископаемые свидетели. Три «за» в пользу мобилизма» и «О великой палеоботанической стене, Gondwanidium подлинном и поддельном, и еще – о хорошем отношении к мелочам» в настоящей книге (Ред.)

ВЕЛИКИЕ РЕВОЛЮЦИИ

Невозможно перечислить все разнообразие воздействий, которые приходится испытывать растениям на их веку. Меняются климат, почвы, сменяют друг друга соседи, травоядные животные. Эти бесконечные перемены не могут не вызывать реакции растений. Но при всем разнообразии и сложности событий мы видим в геологическом разрезе не беспорядочный калейдоскоп различных растительных остатков, а свидетельства четкой смены нескольких растительных династий, на которую палеоботаники обратили внимание еще в прошлом веке. На протяжении огромных интервалов геологического разреза мы видим господство каких-то немногих групп, которые или быстро, или постепенно сменяются другими.

О причине такого развития растительного мира мы уже говорили в начале предыдущей главы. Но вот что интересно. Часто долго господствовали совсем не те растения, которые по всем принятым канонам надо считать самыми прогрессивными. Например, в раннем карбоне во многих местах мира царили древовидные плауновидные (типа лепидодендронов). Иногда только их стволы, листья, шишки мы и находим в горных породах. В то же время жили другие группы растений, обладавшие более совершенными тканями и органами размножения, но тем не менее находившиеся в явном подчинении. Десятки миллионов лет могло длиться такое непонятное господство. А потом без видимых причин происходила смена властителей и первые роли получали растения, прежде жившие на задворках.

Такие смены действующих лиц произошли в конце девонского — начале каменноугольного периода, затем на границе палеозоя и мезозоя и, наконец, в середине мелового периода. В первом случае девонских псилофитов, прпапоротников и праголосоменных сменили настоящие папоротники, могучие лепидодендроны и каламиты, различные голосеменные растения. Во втором случае завоевали власть хвойные, цикадовые, беннеттитовые, гинкговые и другие растения. В третьем случае на смену всем этим группам пришли покрытосеменные.

В общем формы, к которым переходило господство, были устроены более совершенно, чем отныне обреченные на вымирание предшественники. Но почему же в течение многих миллионов лет растения, как будто пользующиеся всеми преимуществами, отсиживались в тени и не вытесняли сразу после своего появления хуже приспособленных предшественников, позволяя им процветать?

Ответить на этот вопрос не просто, особенно в популярной книжке. Видимо, причина поразительной устойчивости групп, отнюдь не являвшихся самыми прогрессивными для своего времени, в особенностях динамики растительных сообществ. Ведь каждое растение не живет само по себе, а в тесном взаимодействии с соседями. Образующиеся сообщества,

все участники которых вполне устраивают друг друга, обладают высокой устойчивостью. Чужаку, даже обладающему преимуществами в собственной организации, нелегко внедриться в этот слаженный механизм. Тем более трудно ему захватить власть. Такие возможности появляются только в периоды крупных внешних перемен, вызывающих распад сообществ, когда в них нарушаются прежние связи и взаимодействия³⁶.

Может быть, причина крупных перестроек растительности планеты кроется скорее всего в переменах внешних условий, а не в поступательной эволюции растений? Нам кажется, что это так, если говорить именно о причине перестроек как таковых (хотя эта точка зрения не является общепринятой), а не о смене менее высокоорганизованных форм более продвинутыми³⁷. Если же говорить о переходе господства от одной группы к другой, то здесь решающую роль приобретают биологические преимущества этой второй группы, развившиеся в ходе эволюционного процесса.

Это, конечно, только самое общее представление о сущности растительных революций. Конкретизировать его и показать всю последовательность причин и следствий значительно труднее. Ведь действующими лицами были тысячи видов растений, живших на огромных площадях, и все эти события происходили много миллионов лет назад. Но, все же попробуем набросать хотя бы общую картину.

Пропуская события девонского и каменноугольного периодов, о которых мы уже немного говорили раньше, обратимся сразу к более поздним временам, а именно к вымиранию палеозойской флоры и ее замене новой флорой – мезозойской, современницей знаменитых динозавров и ихтиозавров.

Событиям на рубеже палеозоя и мезозоя посвящена огромная литература. Вот уже более ста лет исследователи задают себе вопрос: что случилось на этом рубеже, почему в короткий срок сменилось население морей и суши?

³⁶ Такие возможности существуют и в обычное время. В 1985 г. американский фитоценолог П.Грэбб (P.J.Grubb) даже ввел понятие «регенерационной ниши», обозначающее совокупность условий, позволяющих новому виду войти в состав существующего растительного сообщества. Например, регенерационной нишей ив и тополей могут служить свежие, сильно увлажненные аллювиальные наносы по берегам рек, позволяющие легким семенам этих растений достигнуть почвы и прорасти. (Ред.)

³⁷ Последующее развитие палеоботаники подтвердило, что основным фактором, вызывавшим резкие изменения растительности, были изменения климата, хотя в некоторых случаях, по-видимому, играли роль другие причины, например, установление сухопутных связей между флорами, ранее разделенными водными барьерами. Как писал позднее С.В. Мейен, «модель прерывистого равновесия, предложенная для видообразования (длительные периоды равновесия сменяются быстрыми перестройками), отражает то, что происходит с флорами. Периоды медленного развития флор перемежаются короткими интервалами их перестроек (на что палеоботаники обратили внимание еще в прошлом веке)» (Мейен С.В. «Основы палеоботаники», М.: Недра, 1987. С. 377). (Ред.)

Еще в последней трети прошлого века было замечено, что сначала крупные изменения начались в растительном мире, потом они коснулись и животных. Родились предположения, что может быть изменение внешних условий сначала привело к смене растений. Это нарушило сложившиеся пищевые связи. Изменились травоядные животные, затем и хищники. В разновременности изменений растительного и животного мира пытались увидеть действие некоего таинственного «закона эволюционного несогласия»³⁸.

Сослаться на действие какого-то нового закона ещё проще, чем на космические причины. Имея в виду подобные ссылки, Ч. Дарвин писал в «Происхождении видов»: «Это не объяснение, а только простая констатация факта». Может быть, здесь действительно действовал какой-то закон, но наша задача не назвать его, а показать его сущность и механизм. Для этого надо прежде всего как следует разобраться в конкретных фактах.

Для начала напомним, что последним периодом палеозойской эры был пермский, а первым периодом мезозоя – триасовый. Основные изменения в морской фауне произошли на их границе. Позднепермская эпоха первоначально была хорошо изучена только в Западной Европе. Оказалось, что основной перелом в развитии наземных растений произошел здесь на полпериода раньше, чем у морских животных, а именно в середине перми. Почти одновременно стало ясно, что мезозойская флора уступила место кайнозойской тоже на полпериода раньше основной смены в животном мире. Вот вам – доказательство «закона эволюционного несогласия».

Общая последовательность событий в таком изложении представлена более или менее правильно, но вот при детальном исследовании фаун и флор второй половины перми и первой половины триаса на поверхность всплыли некоторые факты, которые заставили сначала сомневаться в господствующих взглядах, а затем и вовсе оставить их.

Во-первых, выяснилось, что в тех районах, где наблюдалась смена пермских фаун триасовыми, геологический разрез неполон. В нем есть перерывы, в том числе на самом важном и интересном месте – на границе перми и триаса. Когда нашли и детально изучили более полный разрез, оказалось, что различные группы морских животных и водорослей не меняются на границе систем по мановению волшебной палочки. Если изобразить линиями время существования отдельных групп, то получатся не два ровных гребешка, из которых нижний покажет исчезнувшие, а верхний – появившиеся группы с границей периодов между

³⁸ Сформулирован немецким палеоботаником Р. Потонье. Значительную роль в формировании этого представления сыграло то обстоятельство, что «закон» был установлен на основании изучения флор Западной Европы, где позднепермская (*цехштейновая*) флора гораздо ближе к раннетриасовой, чем к раннепермской, а позднепермская морская фауна, напротив, близка к своей предшественнице. Было также установлено, что кайнозойского облика (*кайнофитные*) флоры Европы появляются там еще в середине мела, а не на границе мезозоя и кайнозоя. (Ред.)

концами зубьев. На картинке оба гребешка будут с поломанными зубьями, далеко заходящими друг за друга.

Если до этих детальных исследований, выполненных группой московских палеонтологов во главе с В.Е. Руженцевым³⁹, еще можно было думать, а не прав ли О. Шиндевольф, связывающий смену фаун на границе палеозоя и мезозоя с космическими причинами⁴⁰, то теперь стало почти очевидно, что космос здесь едва ли был при чем. Действительно,

³⁹ Василий Ермолаевич Руженцев (1899–1978) – выдающийся советский палеонтолог-дарвинист; специалист по палеозойским амmonoидеям. (Ред.)

⁴⁰ Отто Генрих Шиндевольф, (Otto Heinrich Schindewolf, 1896–1971) – выдающийся немецкий палеонтолог, стратиграф и эволюционист; один из крупнейших теоретиков палеонтологии; специалист по аммонитам; с 1947 г. – профессор палеонтологии в Берлинском, а затем – в Тюбингенском университетах. Создал учение о «типострофах», согласно которому главной причиной вымираний являются внутренние факторы, заключающиеся в самих филогенетических ветвях. В одном из главных своих теоретических трудов – «Основные вопросы палеонтологии» (1950) Шиндевольф так разъяснял эту мысль (С. 375): «Подлинные причины дегенерации и вымирания лежат глубже, и они оказывают влияние ранее, чем факторы среды. Они заключаются в конституции и наследственности организмов, односторонней специализации, убывании потенции развития и т.д.; они проявляются в какой-то определенный момент совершенно независимо от благоприятных или плохих условий жизни, от тектонических событий, трансгрессий или регрессий морей». Согласно Шиндевольфу, эволюция крупных таксонов, появление новых типов животного мира происходит путем скачкообразного появления преадаптивных (как бы заранее подготовленных к новым условиям) форм. Он различал две основные фазы филогенеза: как правило, короткую фазу салтационного, «взрывного появления новых типов, за которой обычно следует более продолжительная фаза постепенного, направленного (*ортогенетического*) развития возникших типов. Признание большого значения внутренних факторов эволюции, однако, не означало принижения роли внешних воздействий.

В 1954 г. Шиндевольф, опираясь на астрофизические данные, указывавшие на возможные значительные изменения в количестве космического излучения в течение геологической истории, выдвинул гипотезу, что, хотя современная космическая радиация играет подчиненную роль в образовании мутаций у организмов, указанные колебания радиации могли существенно влиять на эволюционный процесс, вызывая вымирания и определяя его направление. При этом имелось в виду как прямое действие космического излучения, так и накопление радиоактивных изотопов, которые, проникая в организм, могли влиять на наследственное вещество хромосом. Анализируя смену ископаемых морских организмов на рубеже палеозоя и мезозоя в районе современного Соляного кряжа, Шиндевольф обратил внимание, что наблюдающиеся на этой границе резкие изменения в составе фауны не сопровождаются соответствующими переменами в характере накопления осадков, а сам разрез, по видимому, является непрерывным. Это позволило ему исключить возможность влияния на процесс смены фауны тектонических (связанных с поднятиями и опусканиями суши, горообразованием и т.п.) причин, обратившись в поисках объяснения, в том числе, к космическим факторам.

Подробнее о взглядах Шиндевольфа см., напр.: *Давиташвили Л.Ш.* 1948. История эволюционной палеонтологии от Дарвина до наших дней. Изд-во АН СССР. М.-Л. 575 с.; *Причины вымирания организмов.* «Наука». М.: 1969. 356 с. (Ред.)

космическое воздействие такой силы, чтобы повлиять в корне на земную жизнь, должно быть мощным и универсальным. Но почему же оно не повлияло на растения, которые, в отличие от морских животных, не защищены от внешних влияний толщей воды?

Мы не видим следов какого-либо единовременного и мощного влияния на растения со стороны. Замещение палеозойских растений мезозойскими можно опять же изобразить двумя гребешками, у которых отдельные зубья будут еще больше отличаться длиной, чем в случае животных. Правда, сначала считалось, что смена растительного мира на границе эр произошла двумя крупными скачками. Один, якобы, приходился на границу ранней и поздней перми, а другой – на границу перми и триаса. Но последующие исследования показали, что события развивались более сложным путем.

При анализе истории растений на этом рубеже многих исследователей подвела непоследовательность в рассуждениях. Они видели в геологическом разрезе смену одних растений другими, причем первые встречались ниже по разрезу в заведомо пермских отложениях, а вторые были известны в неоспоримо триасовых породах. Находя тот уровень, где смена растений наиболее значительна, они утверждали: «Вот здесь и проходит граница перми и триаса». Так происходило во многих местах земного шара. Сначала только на том основании, что в составе растений произошли большие изменения, проводили границу перми и триаса. Затем начинали утверждать, что во всех этих местах изменения флоры были одновременными. То, что надо было доказать, принималось за исходный постулат. Мысль многих исследователей попала в порочный круг. И снова можно было говорить о космических причинах замечательной и одновременной смены растительного мира на огромных площадях.

А что же было на самом деле? По-видимому, все было иначе. После того, как были более точно датированы слои, в которых происходит смена растений с палеозойского типа на мезозойский, выяснилось, что перестановка зеленых декораций на земном шаре растянулась на добрых три десятка миллионов лет. Правда, в каждом отдельном районе процесс протекал значительно быстрее, но внезапную перемену типов флоры в геологическом разрезе мы видим только там, где в соответствующем месте разреза был перерыв в последовательности горных пород. Ни о каком космическом влиянии в подобной ситуации уже нельзя говорить. Надо искать более обычные, земные причины. Каковы же они?

Проанализировав смену морских фаун на рубеже перми и триаса и отвергнув космический фактор как главную первопричину, палеонтологи пришли к выводу, что решающую роль здесь сыграло широкое отступление морских бассейнов, поднятие континентов. И правда, в подавляющем большинстве районов Земли отложения самого конца пермского периода представлены континентальными осадками. Только в самом начале триаса морские отложения появляются здесь и там по окраинам материков.

Крупные поднятия суши, сыгравшие большую роль в истории морской фауны, тем более должны были сказаться на наземных растениях. Исчезают морские бассейны, открываются новые пути для переселения растений и, что самое важное, тем самым нарушаются сложившиеся растительные сообщества.

Эти поднятия суши начались еще в конце каменноугольного периода, но захватили лишь отдельные участки. Резкое усиление поднятий пришлось на вторую половину перми, и своей кульминации процесс достиг в конце перми. Это если говорить о северных (внегондванских) материках. Гондвана в течение всего позднего палеозоя была приподнята над поверхностью моря, и морские отложения здесь сравнительно редки. Так же продолжалось и в триасе. Поднятия конца перми тем не менее сказались и на развитии гондванских организмов. Ограничивавший Гондвану с севера океан Тетис перестал быть непроницаемым для жителей суши. Постепенно стали налаживаться связи фаун и флор по обе стороны Тетиса.

В течение карбона и перми развитие растительного мира шло несколькими независимыми группировками. В каждой складывались свои сообщества и их объединения. Под влиянием внешних перемен внутри каждой группировки происходило некоторое перераспределение компонентов⁴¹. События самого конца перми нарушили эту идиллическую

⁴¹ Современные палеоботанические данные свидетельствуют, что в эволюции высших наземных растений значительную роль играли стрессовые факторы среды, помноженные на огромные промежутки геологического времени. Американские исследователи В.Димайкл, Т.Филлипс и Г.Олмстед (1987) развили это положение в виде концепции «эволюции возможностей». По их теории, главную роль в эволюции высших растений играл *абиотический стресс*, который создавал или ограничивал местообитания с пониженной внутривидовой конкуренцией. Различаются две основных формы абиотического стресса. *Внешний стресс* вызывается внешним фактором или факторами, которые воздействуют на растительное сообщество, изменяя условия его обитания и, тем самым, направляя острей естественного отбора против входящих в него видов. Эти факторы являются либо непериодическими, либо обладают таким длительным периодом возвращения, что это не позволяет растениям приспособиться к ним. *Внутренний стресс* вызывается физическими, обычно почвенными условиями, характерными для определенных местообитаний, в результате которых отбор направлен против любых неприспособленных к этим условиям растений. Указанные разновидности стресса отличаются от «стресса», вызываемого конкуренцией или кратковременными нарушениями внутри сообщества.

Внешний стресс ведет к *избирательной миграции* и *истреблению* или *вымиранию* растений. В результате возникают дополнительные возможности для колонизации. По мнению Димайкла и его коллег, эволюция является производной нарушенных местообитаний, в которых на непродолжительное время возникают возможности для дивергенции. Во время стрессовых эпизодов поселенцы-колонизаторы и формы, заранее адаптированные к возникшим условиям, получают наибольшее экологическое преимущество и дают вспышку видового разнообразия.

Совершенно иначе идет эволюция во *внутренне стрессовых местообитаниях*. Попасть в эти местообитания могут только формы, заранее приспособленные к выживанию в их весьма специфических условиях (*преадаптированные формы*). Эти ме-

картину. Исчезли заборы, за которыми прятались группировки, к изменению внешних условий прибавилось внедрение новых растений. Устойчивость местных сообществ нарушилась, последовало смутное время, от которого нам достались во многом еще непонятные наборы растений, часто очень своеобразных⁴².

Так продолжалось довольно долго. Только в середине триаса положение снова стабилизировалось. В породах второй половины среднего триаса и особенно в верхнетриасовых мы видим уже настоящую мезозойскую флору. Она еще несет некоторый отпечаток архаизма, в ней нет кое-каких растений, широко распространенных в более молодых мезозойских отложениях, но все же основные черты, свойственные флорам мезозоя, в ней уже есть.

Эта новая флора спокойно существовала до середины мелового периода, причем в некоторых районах она менялась настолько медленно,

стообитания обычно заселены высокоспециализированной растительностью, состоящей из небольшого числа видов. У этих форм лишь изредка возникают мутации, способные распространяться за пределами внутренне стрессовых местообитаний. Из-за ограниченного видового обмена с окружающими обстановками, растительность рассматриваемых местообитаний со временем приобретает все более архаичный облик, мало изменяясь в течение длительных промежутков времени. Она очень чувствительна к массовым вымираниям и изменениям своего состава (Ред.)

⁴² Американские палеоботаники В. Димайкл и Р. Эронсон пришли к выводу, что в эволюции тропических флор карбона и перми значительную роль сыграло «пульсирующее» увлажнение и осушение климата. По их данным, во второй половине среднего и в позднем карбоне существовали два основных типа тропической растительности, занимавших, соответственно, сильно увлажненные и более сухие местообитания. Состав видов, входивших в эти сообщества, был практически не перекрывался. В среднем карбоне в сообществах, занимавших наиболее увлажненные, болотные местообитания обширных низин доминировали древесные плауновидные, относимые к родам *Lepidophloios*, *Lepidodendron*, *Paralycopodites*. В отдельных местах преобладали кордаиты. На рубеже среднего и позднего карбона произошла резкая аридизация климата и на смену плауновидным и кордаитам пришли древовидные папоротники (главным образом, *Psaronius*) и птеридоспермы, сохранившие господство и в ранней перми, хотя к этому времени площадь внутриконтинентальных тропических болот неуклонно сокращалась.

Прилежавшие к болотам менее увлажненные местообитания низин, к раннепермскому времени все более и более подвергались сезонному осушению климата. В карбоне их занимали сообщества, в которых преобладали древовидные папоротники и птеридоспермы.

Однако наибольший интерес в эволюционном плане представляли сообщества, заселявшие относительно сухие местообитания прилежавших к болотистым низинам возвышенностей, растительность которых редко попадала в захоронения. Здесь господствовали хвойные и другие растения, приспособленные к жизни в более сухих условиях. В позднем карбоне, во время эпизодов осушения климата, эта флора изредка проникала в низины и попадала в захоронения растительных остатков. Но в перми, с началом общего осушения климата, сухолюбивая растительность возвышенностей двинулась в осушавшиеся низины и начала активно заселять их (Ред.)

что палеоботаники испытывают затруднения с точной датировкой пород на основании ископаемых растений. Многие роды и даже виды проходят через весь разрез от верхнего триаса до нижнего мела.

В середине мелового периода растительный мир испытал новую революцию. В отложениях этого времени среди остатков обычных мезозойских растений, – гинкговых, чекановские, цикадовых, беннеттитов, хвойных и папоротников, – в горных породах начинают появляться листья покрытосеменных (цветковых) растений. В начале позднемеловой эпохи цветковые становятся уже главной группой растительного мира. Их господство продолжается и до сих пор.

Внезапное появление цветковых в геологической летописи еще в большей мере, чем смена палеозойской флоры на мезозойскую, породило множество гипотез и предположений. И снова многие исследователи были склонны искать разрешение загадки в мощных космических влияниях. Академик М.И. Голенкин в 1927 г. предположил, что основное преимущество цветковых – в их способности переносить яркий солнечный свет. По его гипотезе, до середины мелового периода Земля была укутана плотным облачным покровом, который затем рассеялся. Резко возросшую яркость света смогли, дескать, перенести только цветковые, которые и заняли все освободившиеся места.

Слабым местом этой гипотезы, имеющей некоторое количество сторонников и сейчас, является недоказанность длительного существования сплошной облачности над Землей. Нет никаких данных, чтобы полагать, будто палеозойские и мезозойские растения почти не видели солнца. Наоборот, у многих из них мы видим некоторые анатомические признаки, которые вполне могли явиться как ответная реакция на прямой солнечный свет.

Другие исследователи, и их гораздо больше, считают, что первые покрытосеменные были горными растениями. А поскольку до нас доходят остатки только жителей низменностей, т.е. тех мест, где происходило устойчивое накопление осадков, то мы не видим среди палеоботанических документов следов древнейших цветковых. В середине мелового периода общие палеогеографические перемены нарушили равновесие мезозойских растительных сообществ и в открывшиеся бреши хлынули высокоорганизованные покрытосеменные, вооруженные таким совершенным органом размножения, как цветок.

Эта гипотеза имеет серьезные преимущества перед той, которая предложена М.И. Голенкиным. Во-первых, она не закрывает проблему ссылкой на загадочные космические причины, не поддающиеся пока сколько-нибудь научному анализу. Во-вторых, середина мелового периода действительно ознаменовалась крупными палеогеографическими перестройками. Именно в это время, например, перестал функционировать океан Тетис, превратившийся из непрерывной и мощной водной магистрали, прорезавшей Евразию с запада на восток, в отдельные моря типа Средиземного. Примерно в середине мела сложился общий план в

расположении континентов и океанов, а также климатических зон, сохранившийся с тех пор и доныне лишь с небольшими изменениями⁴³.

На примере событий, произошедших в растительном мире при переходе от палеозоя к мезозою, мы видели, что общая перестройка палеогеографии планеты ведет к значительным изменениям в зеленом покрове. Подобная перестройка налицо в середине мелового периода. Поэтому естественно ждать и соответствующую реакцию в царстве растений.

Безусловно, вопрос о внезапном появлении покрытосеменных еще нельзя считать решенным⁴⁴. Более того, еще предстоит доказать, а было ли это событие действительно внезапным. Ведь очень часто исследователи датируют горные породы именно по обильному появлению листьев цветковых, а затем утверждают, что это событие повсюду было одновременным. Иными словами, здесь допускается та же непоследовательность в рассуждениях, что и при определении границы перми и триаса по ископаемым растениям. Кроме того, судя по остаткам пыльцы, приход покры-

⁴³ В 1979 г. российский палеоботаник В.А.Красилов выдвинул концепцию *ангиоспермизации*, согласно которой черты, свойственные покрытосеменным, появлялись независимо у разных предковых групп. Впоследствии палеоэнтомолог А.Г. Пономаренко развил эти идеи. По его представлениям, новая группа вообще, как правило, возникает не в результате одного ключевого эволюционного преобразования и последующей диверсификации в новой экологической нише, а, напротив, первоначально отдельные ее черты появляются у разных предковых групп. Этот процесс ведет к изменению природной среды, которое делает подобные формы более приспособленными и, тем самым, создает условия для формирования новой группы, действуя по принципу системы с положительной обратной связью. С этой точки зрения, наиболее важными чертами покрытосеменных стали склонность к неотении, позволявшая им давать резкую вспышку численности при отсутствии конкуренции и наличии ресурсов, а также успешно противостоять процессам эрозии почв, относительно большой объем фотосинтезирующей ткани и склонность к энтомофилии (опылению насекомыми) и зоохории (распространению с помощью животных), что позволяло иметь меньшую плотность популяции и, соответственно, большее разнообразие. Одним из важнейших открытий уходящего столетия была находка соплодий *Archaeofructus* – без сомнений покрытосеменного растения из титонских (?) отложений Северо-Восточного Китая (Sun Ge, Dilcher et al., 1998). И хотя существуют разные точки зрения на возраст вмещающих пород (ряд китайских и многие российские специалисты, работавшие в Монголии и Забайкалье (В.А.Красилов, А.Г.Пономаренко и др.) полагают, что они имеют неокотский возраст) обнаружение покрытосеменных вместе с древнейшими птицами – “оперенными динозаврами”, близкими к обнаруженным в зеленгофенских слоях Германии и верхнеюрских отложениях Малого Каратау, позволяют считать *Archaeofructus* пока самым древним покрытосеменным из известных ныне на Земном шаре. (Ред.)

⁴⁴ В 1986 г. С.В. Мейен выдвинул оригинальную гипотезу о происхождении покрытосеменных от беннеттитов (см. его статью «Гипотеза происхождения покрытосеменных от беннеттитов путем гамогетеротопии (переноса признаков с одного пола на другой)» в сб.: Мейен С.В. 1990. Теоретические проблемы палеоботаники. «Наука». М. С. 224–241). (Ред.)

тосеменных вовсе не был таким уж потрясающе внезапным⁴⁵. Разнообразие пыльцы цветковых нарастает в геологическом разрезе постепенно, а не быстрыми скачками. И, наконец, последнее. О древнейших покрытосеменных мы судим по отпечаткам одних лишь листьев. А почему эти листья, хотя бы частично, не могут принадлежать другой группе семенных растений? Ведь в современном растительном мире есть некоторые голосеменные, чьи листья неотличимы от цветковых. Это гнетовые.

Сейчас они представлены одним родом, который, возможно, представляет собой остаток некогда процветавшей группы. Может быть, листья этих растений нам попадают в горных породах, но описываются как листья цветковых.

НУЖНА ЛИ ПАЛЕОБОТАНИКА?

Познакомившись с некоторыми проблемами, над которыми работают палеоботаники, и с главными событиями в истории зеленого покрова Земли, вернемся к тому, с чего начиналась эта книга.

В некоторых странах нет ни одного палеоботаника, в других их считанные единицы. А что бы случилось, если бы в мире вообще перестали изучать ископаемые растения, их листья, семена, стволы и пыльцу? Безусловно, цивилизация на Земле от этого не погибнет, и большинство людей может быть даже не заметит наступивших изменений. Но все же такие изменения будут, и многих они коснутся очень заметно. Раньше всех это почувствуют геологи, работающие в районах, где широко распространены породы континентального происхождения и особенно угленосные отложения.

Геологическое освоение территории всегда сопровождается составлением геологической карты, на которой так или иначе находят отражение все особенности строения земной коры. Такая карта – основной документ в руках и геолога-разведчика, и специалиста, изучающего самые общие закономерности в строении Земли. Это – орудие прогноза еще не найденных залежей полезных ископаемых. Это – ничем не заменимый метод инвентаризации уже накопленных данных.

Составляя геологическую карту, надо прежде всего оконтурить со всей возможной детальностью распространение на площади пород разного возраста, и чем подробнее будут нанесенные на карту интервалы геологического разреза, тем лучше читается карта, тем больше сведений можно из нее извлечь. Но разделить разрез на небольшие интервалы без помощи ископаемых организмов чаще всего невозможно. Без них геолог неизбежно будет путаться в бесконечном чередовании пластов. Особенно это касается толщ континентального происхождения, для которых

⁴⁵ Подробнее см. раздел «От голосеменных к цветковым» в статье «Происхождение главных групп высших растений» в настоящем издании. (Ред.)

характерна монотонность состава. Здесь без помощи вымерших организмов, и прежде всего растений, состав которых менялся от одной геологической эпохи к другой, часто вообще нет смысла приниматься за составление геологической карты.

В современную геологию все шире внедряются различные физические и химические методы изучения горных пород. По изотопному составу отдельных элементов удастся определить температуру древних морей. Изучая радиоактивный распад некоторых элементов, можно вычислить возраст отложений в миллионах лет. Остаточная намагниченность минеральных частиц позволяет восстановить бывшее положение магнитных полюсов Земли и так подойти к палеоклиматическим реконструкциям. Не вытеснят ли со временем эти и другие методы палеоботанику и вообще палеонтологию?

Может быть, со временем и вытеснят, по крайней мере, из геологии. Но пока до этого времени еще очень и очень далеко. Все эти методы, во-первых, еще дороги и трудоемки, во-вторых, сфера их применения довольно ограничена и, в-третьих, далеко не всегда на полученные с их помощью результаты можно положиться. Нередко породы со времени образования и до наших дней подвергались настолько сильному изменению из-за температуры и давления земных недр, а также от проходящих мимо растворов, что мы не можем полученные числовые характеристики использовать без серьезных оговорок.

Но дело не только в этом. Представим себе, что мы научились для каждого времени точно определять температуру и влажность воздуха. Значит ли это, что для палеоклиматических реконструкций мы сможем пренебречь палеоботаническими данными? Вовсе нет. Сейчас мы без труда получаем все нужные характеристики современного климата с помощью различных приборов. Но при построении карт современной климатической зональности Земли по-прежнему широко используются данные по распределению типов растительности. По поведению растений можно четче оконтурить климатические рубежи, отделить случайные факторы от длительно действующих. Ведь растения отражают климат не данного момента, а большого интервала времени.

Точно так же было и в геологическом прошлом. Поэтому по ископаемым растениям, особенно многолетним, мы можем уверенно очертить области одинакового климата, можем указать общее направление в его изменении, хотя, конечно, судить, до скольких градусов Цельсия нагревался воздух или сколько миллиметров осадков выпадало, палеоботаники едва ли когда-нибудь смогут.

На примере спора мобилистов с фиксистами и при обсуждении границы палеозоя и мезозоя мы видели, что палеоботанические данные успешно используются и при решении самых общих вопросов геологии, при восстановлении важнейших событий в истории Земли. Безусловно, и без помощи палеоботаники эти вопросы рано или поздно получают решение. Но есть ли смысл пренебрегать ее услугами? Точно так же

можно пренебречь карманным фонариком, легким и дешевым, на том основании, что в распоряжении человечества есть масса других способов осветить дорогу.

Мы ничего почти не говорили в этой книжке о значении палеоботаники для общей биологии, для понимания современных растений, для установления общих закономерностей эволюции жизни на Земле. Даже если геология в некоем весьма и весьма отдаленном будущем станет обходиться без помощи ископаемых растений, палеоботаники не останутся без дела. Они сосредоточат все усилия на раскрытии загадки эволюции жизни на нашей планете. А этим исследованиям не будет конца, ибо загадки жизни – неисчерпаемы.

ЗА КУЛИСАМИ ДОИСТОРИЧЕСКОГО ЛАНДШАФТА¹

В популярных книжках по палеонтологии и школьных учебниках, в краеведческих музеях и вузовских аудиториях видим мы реконструкции доисторических ландшафтов. Иные больше похожи на смесь ботанического сада и зоопарка. На картинке аккуратно рассажены разнообразнейшие растения, между которыми греются на солнышке или прыгают доисторические звери. Чаще же реконструкции более реалистичны. Вот темный лес каменноугольного периода с гигантскими папоротниками и плаунами, среди которых поблескивает спина огромной амфибии. Некоторые из таких картин – настоящие шедевры живописи. Они оставляют у многих сильное впечатление, внушают уважение к тем, кто смог восстановить картины далекого прошлого Земли.

Впрочем, нередко попадают скептики, задающиеся вопросом: «А кто все это видел?» На самом деле, как можно проверить нарисованное? Не может ли случиться, что эти картины – нечто вроде историко-художественной литературы, где в уста великих людей вкладываются фразы, сочиненные самим писателем?

Можно было бы взять одну из распространенных реконструкций и подробно разобрать, привести все те факты и соображения, которые легли в ее основу. Однако это будет скучно. Придется углубляться в морфологию и систематику многих вымерших существ, рассказывать, что и в каком захоронении было найдено, и так далее. Потребуется масса специальных терминов, которые надо будет непрерывно пояснять.

Лучше поступить иначе и познакомиться с работой палеонтолога, посмотреть, как он извлекает сведения из окаменелостей, попавших на лабораторный стол. О том, как реконструируют внешний облик животных, писалось не раз. Нередко вспоминают великого французского палеонтолога Жоржа Кювье², впервые использовавшего для восстановле-

¹ «Знание – сила», 1982 г. №7. С. 23-26.

² Жорж Кювье (George Cuvier, 1769-1832) – основатель палеозоологии и сравнительной анатомии позвоночных; с 1795 г. профессор сравнительной анатомии в College de France, с 1798 г. работал в Парижском музее естественной истории; с 1802 г. и до кончины – секретарь физико-математического отделения Парижской Академии наук. Известен также как катастрофист и сторонник представлений о постоянстве видов. По характеристике, данной одним из его современных биографов, «Барон Жорж Леопольд Кретьен Фредерик Дагобер Кювье (1769-1832) родился в бедной лютеранской военной семье в герцогстве Вюртемберг (теперь часть Бургундии, Франция). Получив образование в Каролингском университете близ Штутгарта, он



Рис. 1. Жорж Кювье

Кювье так сформулировал этот принцип: «Ни одна из ... частей (организма – *С.М.*) не может измениться без того, чтобы не изменились другие, и, следовательно, каждая из них, взятая отдельно, указывает и определяет все другие».

Сейчас было бы рискованно высказываться столь категорично. Еще в прошлом веке появились данные, что порой разные органы эволюциони-

ния облика ископаемых четвероногих животных – закономерное сочетание разных органов – копыт и жвачных зубов у травоядных, когтей и мощных клыков у хищников. Способность Кювье восстановить облик всего животного по одной кости была изрядно преувеличена его поклонниками. Чаше он мог лишь определить животное по отдельным костям, говорить о том, к какому отряду, семейству или роду оно относится и, узнав это, судить о других частях тела животного. Это, разумеется, тоже немало.

Кювье и его последователи опирались на корреляцию – один из основных принципов морфологии животных, согласно которому разные органы зависят друг от друга, а не меняются порознь. Сам

стал геологом и позднее палеонтологом. Он пережил бурные времена, видел падение аристократии, Французскую революцию, правление Наполеона, Реставрацию, упадок церкви и возрождение ее влияния. Он был «из тех, кто выжил» и умер богатым, знаменитым и влиятельным. Его тщеславие было безграничным, как и его жажда наград и похвал. Про него говорили, что он имеет исключительную память и знает содержание всех 19000 книг своей библиотеки. Кювье был враждебно настроен к любой теории – научной, философской или социальной. Он верил в факты и описания... Человек исключительных способностей, он приобрел в начале XIX в. огромное влияние» (Бенсон Р.Г. Завершенность, непрерывность и здравый смысл в исторической геологии. В кн.: Катастрофы и история Земли. Новый униформизм. М.: Мир, 1986, с. 49). (Ред.)

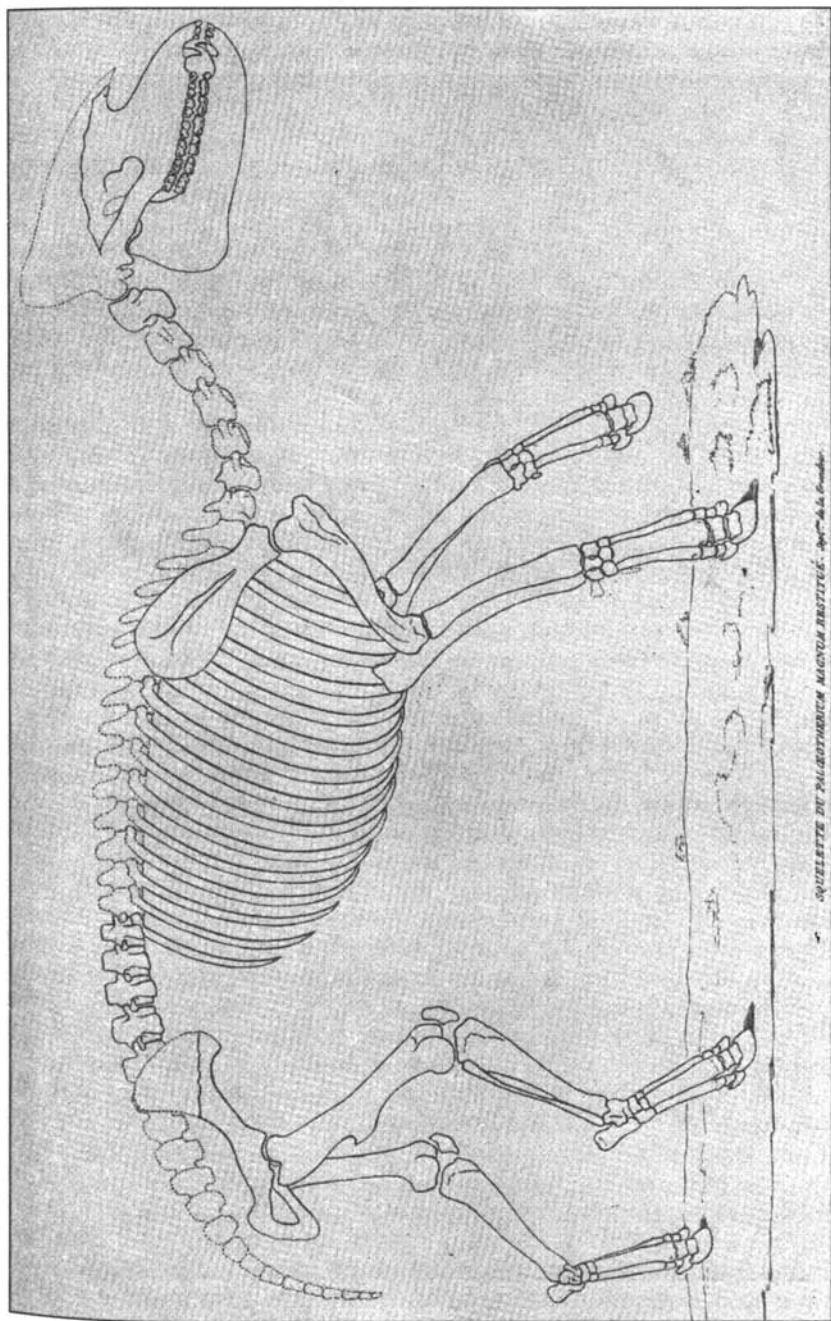


Рис. 2. Скелет палеотерия, восстановленный Кювье

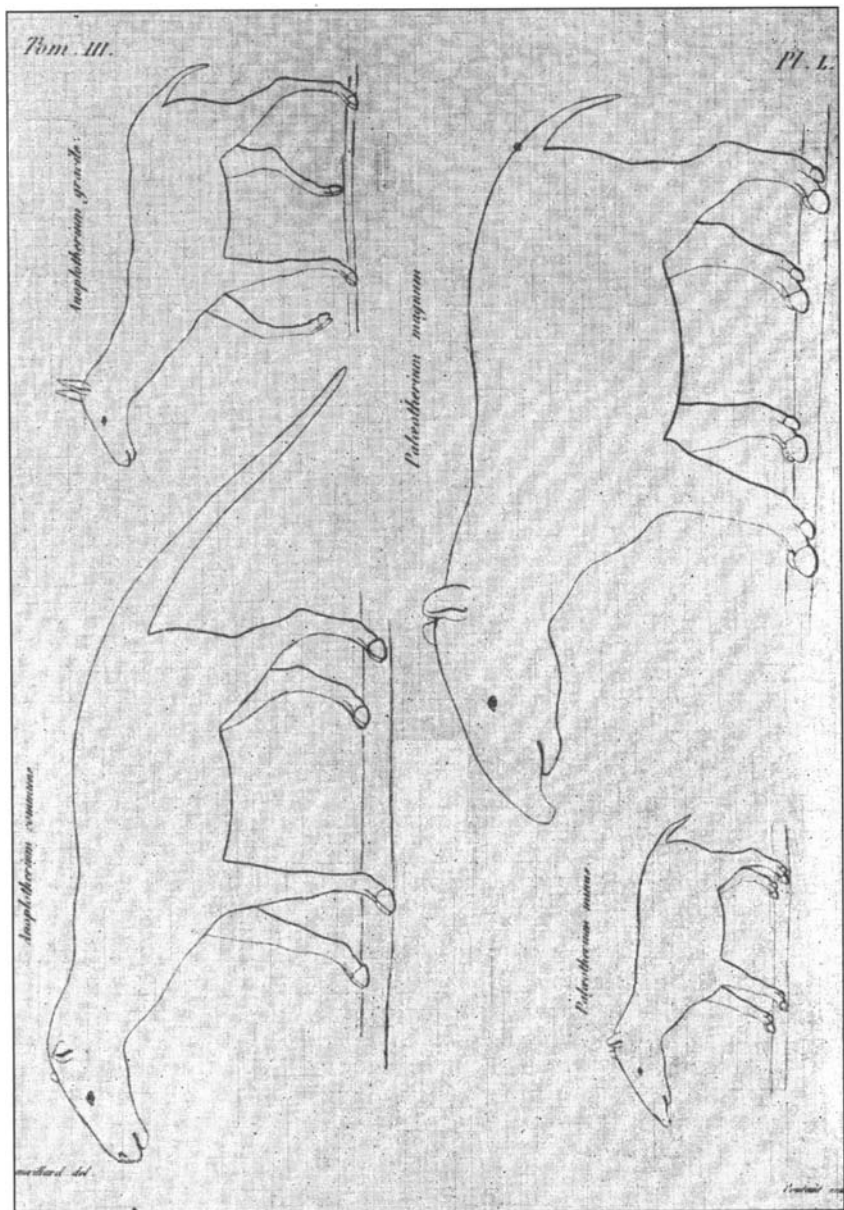


Рис. 3. Контуры восстановленных аноплотериев и палеотериев по рисункам Кювье

руют почти независимо. Все же принцип корреляции и до сих пор остается главным инструментом при реконструкции вымерших животных.

Иногда палеонтологи получали возможность проверить свои реконструкции. Так было, когда в Сибири нашли неразложившийся труп мамонта, а в Индийском океане выловили – «живое ископаемое» – кистеперую рыбу латимерию. К чести палеонтологов надо сказать, что эти находки не принесли им неприятных неожиданностей, не дали такого материала, который заставил бы пересмотреть взгляды на строение этих животных. Наиболее неожиданным, пожалуй, было то, что латимерия оказалась рыбой, плавающей на довольно больших глубинах.

Никто не предполагал, что шерсть мамонта окажется рыжеватой. Вообще, такие детали, как окраска или длина волос на реконструкциях просто домисливаются. Подобные детали палеонтологи не будут отстаивать.

Мне бы не хотелось дальше рассказывать о реконструкциях животных, так как с ними публика худо-бедно знакома. Иное дело растения. На растительный фон реконструкций зрители обычно не обращают внимания, особенно если ландшафт относится к последним геологическим периодам. Ископаемые растения как бы остаются в тени. Необычные звери, какие-нибудь исполинские или рогатые динозавры поражают взор, но трудно кого-нибудь удивить обликом ископаемого растения. Стоит рядом с динозавром какое-то дерево с перистыми листьями, что-то вроде пальмы. Мало кого заставит ахнуть сообщение, что это вовсе и не пальма, а давно исчезнувшее голосеменное растение с замысловатым названием.

Если бы смысл реконструкции вымерших растений исчерпывался наполнением доисторических пейзажей, о достоверности изображений можно было бы и не беспокоиться.

Но главный смысл реконструкций внешнего облика вымерших растений совсем в ином. В реконструкциях палеоботаник подытоживает свое исследование, представляет растения в таком виде, чтобы их можно было разместить в одной системе с растениями наших дней. Задача, стоящая перед палеоботаником, куда сложнее тех, что приходилось решать Кювье. Растения почти никогда не сохраняются в прижизненном сочетании разных органов. Палеоботаник находит в захоронениях «салат» из листьев, семян, веток, пыльцы. Части разных растений перемешиваются, и поди догадайся, как они раньше соединялись.

Перед Кювье, когда он встречался с разрозненными и смешанными костями разных животных, не вставало столь серьезных проблем. Во-первых, он изучал кайнозойских позвоночных, у которых немало общего с современными животными. Во-вторых, у позвоночных, действительно, очень сильная связь между разными органами. Кювье мог уверенно написать: «...Если только кто-нибудь видит след двукопытной ноги, то он может заключить, что животное, оставившее след, жвачное, и заключение столь же достоверно, как любое другое из физики или морали. Один такой след открывает наблюдателю и форму зубов, и форму

челюсти, и форму позвонков, и форму всех костей ног, плеча, таза только что прошедшего животного». В-третьих, установление корреляций между органами подкрепляется сопоставлением их формы и функции. Плотоядное млекопитающее будет иметь соответствующие челюсти, зубы, когти, органы чувств, даже повадки.

С растениями все обстоит гораздо сложнее, к чему палеоботаники долго не могли привыкнуть. Вся история палеоботаники – это непрерывный пересмотр гипотез о том, каким растениям принадлежали, как сочетались при жизни разрозненные листья, семена и другие органы.

Правда, иногда у растений можно подметить связь между отдельными органами, но и тогда объяснить разумный смысл установленной зависимости не удастся. Функциональные, причинно-следственные связи между органами приходится подменять простой регистрацией повторяющихся совпадений, то есть поступать, как в народных приметах. Например, если мы найдем в кайнозойских отложениях шишку, устроенную наподобие еловой или сосновой, то мы можем заключить, что у тех же растений не было листьев, похожих на дубовые, а были скорее всего иглы. Подвести же под это заключение определенную зависимость, сказать, есть ли таковая вообще, никто не может. Кстати, у некоторых хвойных вместо игл на ветвях сидят ланцетные листья, напоминающие ландышевые, с множеством параллельных жилок. Есть и хвойные с обычными иглами, но без шишек – семена сидят тут и там поодиночке.

Непонятные и неустойчивые, а то и отсутствующие взаимозависимости между органами у растений усложняют еще одна их особенность – параллелизм, то есть поразительное сходство органов разных растений. Например, палеоботаникам нередко приходилось решать, что за побег отпечатался на породе – хвойное, плауновидное или мох. Был случай, когда одно и то же растение поочередно побывало во всех трех группах, оказавшись в конце концов мхом. Чтобы ощутить диапазон этих перемещений в системе растений, можно предложить сравнение из мира животных, вообразив, что некая окаменелость сначала считалась кораллом, затем морской звездой, а оказалась рыбой.

Что же делать палеоботаникам? Как воссоединить разрозненные части растений и как сделать реконструкции доказательными? Все это – не праздные и не чисто академические, оторванные от практики вопросы. Без знания прижизненного сочетания частей нельзя получить доброкачественную систематику ископаемых растений, а ошибки в систематике – это всегда ошибки в решении многих геологических вопросов: в установлении возраста пород, сопоставлении геологических разрезов, в палеоклиматических и палеогеографических реконструкциях.

Одна из важнейших задач геологии как науки – сопоставление во времени событий, происходящих в разных частях Земли. Практически это означает синхронизацию слоев в разных геологических разрезах. Обычно роль часов играют ископаемые организмы. Сложнее всего сопоставлять морские и континентальные отложения, поскольку состав

окаменелостей в тех и других совершенно различен. Чаще всего тогда обращаются к помощи спорово-пыльцевого, или палинологического анализа. Споры и пыльца растений (для них часто используют собирательное название – *палиноморфы*) разносятся далеко, попадают в континентальные и в морские осадки. Вокруг нас непрерывно идет спорово-пыльцевой «дождь», начавшийся более 10 миллионов лет назад, когда появилась наземная растительность.

По составу палиноморф вполне можно сопоставлять морские и континентальные отложения, но надо позаботиться о точном определении родов и видов растений. *Палинологи* – специалисты, изучающие споры и пыльцу растений, – этим и занимаются. Иногда удается прямо сопоставить споры и пыльцу с уже известными растениями, а если нет, то приходится их классифицировать. В любом случае важно избегать отождествления внешне сходных палиноморф, принадлежащих не родственными растениям. Однотипную пыльцу можно встретить в совершенно разных группах растений с таким же успехом, как одинаковые винты и гайки – у тепловоза, велосипеда и стиральной машины.

Отсутствие данных о внешнем облике вымерших растений, о прижизненном сочетании встречающихся порознь частей чревато и серьезными ошибками в понимании всей эволюции растений. Открыв палеоботанические монографии середины прошлого века, можно встретить в них описания многих современных групп, в том числе и покрытосеменных (цветковых) растений, из палеозойских отложений. Палеоботаники находили листья якобы пальм и семена, принятые за вязовые. Подобные находки могли навести на мысль о чрезвычайной древности современных семейств. Теперь мы знаем, что не было в то время покрытосеменных, они появились лишь в последней трети мезозойской эры. За покрытосеменные палеоботаники принимали изолированные листья, семена, отпечатки коры, а восстановить общий облик растений не смогли.

Нечто сходное произошло и с покрытосеменными мелового периода, последнего в мезозойской эре. Находили отпечатки листьев и смело сравнивали их с листьями современных родов. Получалось, что покрытосеменные тогда не только появились и расселились, но и прошли длительный эволюционный путь, достигли уровня организации современных родов. Следов становления современных групп, определенных по листьям, мы не видим, других частей тех же растений не находим. Выдвигалась гипотеза, что основные этапы эволюции покрытосеменных проходили где-то в стороне от мест захоронения и не регистрировались в геологической летописи. Нашлись и экстремисты, заявлявшие, что палеоботаника вообще не должна вмешиваться в споры о происхождении и эволюции покрытосеменных.

Между тем, более внимательные исследователи давно отмечали, что остатки пыльцы покрытосеменных отнюдь не подтверждают выводов, сделанных по разрозненным листьям. Судя по пыльце, покрытосеменные мелового периода были очень своеобразными. Лишь немногие

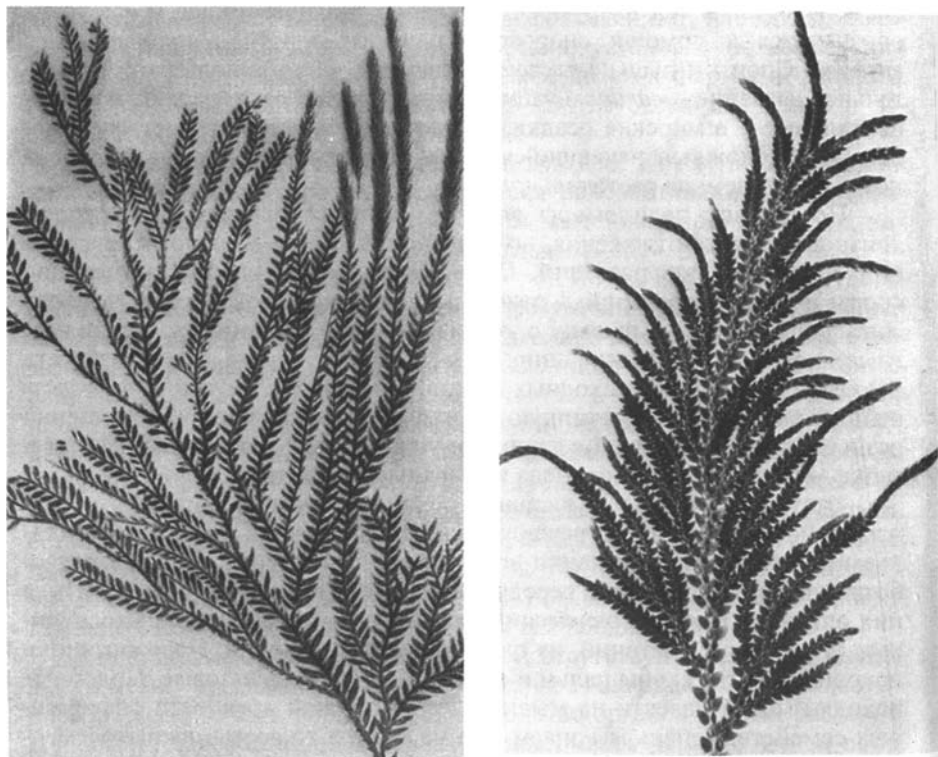


Рис. 4. Сходство некоторых современных и вымерших растений: слева – *Selaginellites* из каменноугольных отложений; справа – современная селлагинелла (по К.Мэгдефрау)

из них близки к современным семействам, причем наиболее примитивным. В последние годы были найдены и достаточно детально изучены плоды, соплодия и цветки некоторых меловых и палеогеновых (то есть уже кайнозойских) покрытосеменных. Стали появляться реконструкции того, как были связаны разные органы. Получается, что даже палеогеновые (то есть кайнозойские) покрытосеменные лишь изредка относятся к современным родам. Обычно же это представители особых родов, совмещающие признаки нескольких современных родов одного или близких семейств. Из-за смешения признаков эти вымершие растения называют «синтетическими типами».

Интересно, что такие же «синтетические типы» известны среди хвойных в мезозое и кайнозое. И здесь, если обращать внимание только на некоторые разрозненные органы, можно говорить об очень раннем появлении современных родов и семейств. Но лишь только выясняется, каково было прижизненное сочетание органов, возраст нынешних родов

и отчасти семейств становится менее почтенным. Ясно выявляется неравномерность, известная независимость в эволюции разных органов.

Подобные наблюдения немедленно сказываются на выводах, выходящих по своему значению за пределы палеоботанической систематики. В то же время, восстанавливается доверие, если и не ко всем конкретным выводам палеоботаников (им, как и всем смертным, свойственно ошибаться), то, по крайней мере, к палеоботаническому материалу, к тем сведениям, которые в принципе можно извлечь.

Итак, одна из важнейших практических задач палеоботаники – научиться реконструировать общий облик вымерших растений, устанавливать прижизненную связь частей, попадающих в захоронения порознь. Как это делается?

Строго говоря, палеоботаникам не надо здесь ничему специально учиться. Достаточно систематически, каждый раз, когда открывается возможность, применять простейшие приемы реконструкции, известные с прошлого века и требующие лишь наблюдательности. Условно назовем эти приемы так: поиск аналогии (модели), установление органической связи, прослеживание маркеров, повторное совместное захоронение.

Если речь идет о растениях последних периодов, когда не слишком рискованно проводить сопоставление с современными растениями, широко используется метод аналогий. Так, если мы нашли в одном и том же захоронении листья и рассеянные между ними крыленные плодики, причем те и другие не отличаются от березовых, то мы смело приписываем и листья, и плодики одним и тем растениям, которые обозначаем родовым названием береза. Таким способом редко удается реконструировать достаточно древние растения. Правда, некоторые роды появились сотни миллионов лет назад. Первенство по возрасту принадлежит плаунку (селягинелле) – изящному споровому растению, иногда продающемуся в цветочных магазинах. Этот род обнаружен в отложениях каменноугольного периода с возрастом более 300 миллионов лет. В захоронениях были найдены вместе облиственные побеги, шишечки, споры и все это – как у современных плаунков. Они и служили в данном случае моделью для реконструкции. Чаше же для столь древних растений моделями служат другие вымершие растения, которые удалось достаточно полно реконструировать иными методами.

Наиболее надежный способ узнать о том, какова была прижизненная связь органов, – это отыскать такой экземпляр, на котором они не успели разъединиться. Но природа не слишком щедра на такие подарки палеоботаникам. Некоторые находки производили сенсацию в ботаническом мире. В 1960 году американец Ч. Бек сообщил, что в девонских отложениях он нашел находящиеся в органической связи стебли, относимые к высокоразвитым голосеменным, и вайи, приписывавшиеся архаичным папоротниковым растениям. Так была установлена группа прогимносperms, считающаяся теперь предковой по отношению ко всем семенным растениям.

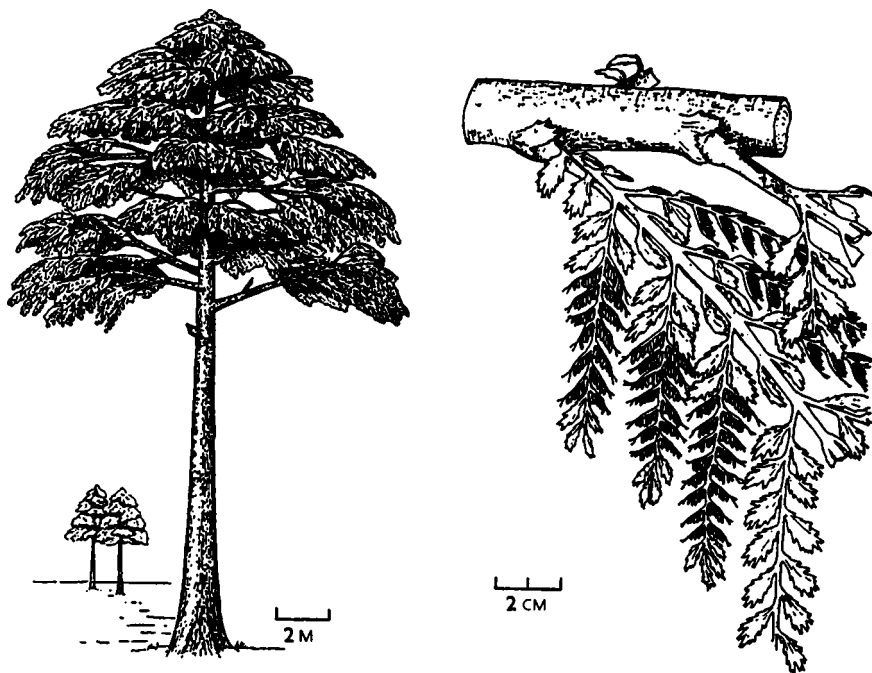


Рис. 5. Реконструкция *Archaeopteris* – позднедевонского растения, у которого древесина голосеменного типа сочеталась с лиственной и органами размножения, свойственными примитивным папоротникам: слева – целое растение; справа – фрагмент системы боковых ветвей, у которого видны фертильные перья с созревающими спорангиями (по Ч.Б. Беку)

Методы аналогии (по имеющейся модели), прослеживания маркеров и совместного захоронения обычно применяются в попарных комбинациях и все вместе. Реконструкция растений превращается в увлекательнейшую головоломку. Как и в головоломках, правильное решение нередко приходит в нарушение всех ожиданий.

В популярной книжке «Следы трав индейских» (М.: Мысль, 1981) я описывал случай, когда совместное захоронение разных частей растения происходит благодаря травоядным животным. Они объедают растения и захватывают одновременно листья, тонкие веточки, органы размножения. Все это вместе переваривается в желудке, хотя и не до конца. Оболочки пыльцы, семян, листьев, несущие характерные тонкие детали, сохраняются в фекалиях, которые окаменевают и превращаются в копролиты. Прошу прощения за каламбур, но копролиты поистине лакомый кусок для палеоботаника. Мне они дважды доставляли немалую радость. Один случай описан в «Следах трав индейских», другой произошел совсем недавно.

Я работал в Музее природоведения в Берлине, где меня прежде всего интересовали растения рода каллиптерис. В Европе их массовое появление в геологическом разрезе отмечает рубеж каменноугольного и пермского периодов, а в Ангариде (древний материк на месте современной Северной Евразии) они появляются позже. На западе Ангарида они начинают попадаться с конца ранней перми, а в более восточных частях материка – уже в поздней перми. Европа тогда лежала в экваториальном поясе южнее Ангарида. Проникновение южных растений вглубь ангарского материка можно расценивать как свидетельство потепления климата. Однако было подозрение, что под одним родовым названием каллиптерис фигурируют растения неродственные, но со сходной листвой. Опровергнуть его можно было, лишь обнаружив сочетавшиеся с листьями органы размножения. Для европейских листьев мужские органы размножения были описаны еще в 50-х годах под названием «тюрингий». Ничего подобного в Ангариде ученые никогда не встречали.

В Музее природоведения – огромные коллекции; интересовавшие меня растения занимали два шкафа. На больших плитах листьев каллиптерис, между ними встречаются то и дело какие-то пучки спорангиев. Тюрингии встречаются очень редко. Сразу бросалась в глаза неувязка: если тюрингии сочетались при жизни с каллиптерис, то с какими листьями надо связывать пучки спорангиев? Подходящих кандидатов им в компанию ни на одной плите не было. Более внимательное исследование тюрингий, в том числе их содержимого, ясно показало, что это – не органы размножения растений, а копролиты каких-то мелких травоядных животных. В копролитах встречаются как обрывки листьев, так и пыльца, такая же, как и в пучках спорангиев. Их теперь можно было увязать с листьями. Вскоре на тех же плитах обнаружили и женские органы размножения тех же растений. Они несколько иные, чем те, которые встречаются у каллиптерис в Ангариде. Значит, относить европейские и ангарские растения к одному роду нельзя, но они, несомненно, близкие родственники. Поэтому появление листьев типа каллиптерис севернее экваториального пояса действительно можно считать свидетельством климатических перемен.

Иногда установление прижизненной связи частей требует от палеоботаника преодоления серьезного психологического барьера. Мы привыкаем к определенному сочетанию листьев и органов размножения, отказаться от него бывает очень трудно. В раннемезозойских отложениях Европы встречаются листья, сходные с гинкговыми. Вместе с ними давно находили веточки с пучками спорангиев – несомненные мужские органы размножения тех же растений. А найти женские органы размножения не удавалось. Лишь много лет спустя выяснилось, что они были в захоронениях, попали на страницы монографий и получили свое название. У гинкговых семена сидят на концах тонких веточек, а здесь семенные органы были пластинчатыми и парными. Семена сидели на пластинках в два ряда. Предположение, что у растений с гинкгоподобной

лиственной могут быть столь необычные семяносные органы, даже не приходило никому в голову.

Не берусь говорить от имени всех своих коллег — палеоботаников, но для меня реконструкция прижизненного облика растений — самая интересная работа. Здесь каждый шаг — маленькое открытие, хотя иногда и разочарование — не все гипотезы оправдываются. Эта работа как разгадывание кроссворда на страницах геологической летописи. Рассеянные части растений комбинируешь и так, и этак. Чтобы найти маркеры, приходится прибегать к сложным методам исследования. Выявить общий маркер — все равно, что не ошибиться в общей букве, соединяющей слова в кроссворде. Любители кроссвордов, их мучения в поисках нужного слова — излюбленная тема для юмористов. Поиск слова вытесняет все другие мысли, человек уходит в мир слов и забывает все вокруг ради того мгновения, когда заполняются клетки и все сойдется. Такие же мгновения, когда вдруг ощущаешь, что все сошлось и все правильно, когда в это поверили и коллеги, — высокая награда в скрупулезной работе по реконструкции растений.

Может быть, кто-то упрекнет палеоботаников в том, что они злоупотребляют положением научных работников. Ради собственного любопытства они тратят рабочее время на игры ума. Я уже пытался показать, что результаты подобных изысканий имеют немалый научный смысл. Есть и еще одно оправдание палеоботаникам. Реконструкция растений чаще всего — не главный, а побочный продукт палеоботаника — среди повседневной рутинной работы. Это маленькая привилегия палеоботаника — среди повседневной рутинной работы по обслуживанию геологических работ — находить отдушины, питающие ум.

О ВЕЛИКОЙ ПАЛЕОБОТАНИЧЕСКОЙ СТЕНЕ, *GONDWANIDUM* ПОДЛИННОМ И ПОДЕЛЬНОМ, И ЕЩЕ – О ХОРОШЕМ ОТНОШЕНИИ К МЕЛОЧАМ¹

1. Независимо от того, признавать ли или не признавать дрейф материков, с самим фактом необычайно широкого распространения холодного климата на юге приходится считаться... Но... можно ли для облегчения положения в этом, в конце концов, частном вопросе вводить предположение, вызывающее практически непреодолимые затруднения чуть ли не во всех отраслях геологии?

(Из одного геологического выступления «в порядке дискуссии»).

2. Чем нелепее и грубее кажется вам какая-нибудь деталь, тем больше внимания она заслуживает. Те обстоятельства, которые, на первый взгляд, лишь усложняют дело, чаще всего приводят вас к разгадке. Надо только как следует, не по-дилетантски разобраться в них.

А. Конан-Дойль. «Приключения Шерлока Холмса».

Так вот, о хорошем отношении к мелочам. Нам, пишущим эти строки, сразу вспомнилась вторая из приведенных в эпиграфе цитат, когда мы слышали первую, произносимую с трибуны геологического совещания. И не только потому, что мы глубоко чтим мастера дедуктивного анализа с Бейкер-стрит. Дело в том, что оно, то есть хорошее отношение к мелочам, вообще в крови – или, по крайней мере, должно быть в крови – у представителей нашей науки, палеоботаники.

Ибо мы действительно занимаемся мелочами – с точки зрения, как широкого читателя, так и многих из наших коллег. Например, даже палеозоологу, представителю родственной науки, легче поразить воображение аудитории – рассказом о диких динозаврах и летающих ящерах. А вот различия между современными и ископаемыми папоротниками мало кого приведут в восторг, хотя современные папоротники так же далеки от палеозойских, как ящерица от ихтиозавра. Чаще всего в отпечатках листьев на камне видят лишь нечто декоративное, и изучение этих отпечатков кажется сродни филателии: интересно, немного полезно, но в целом – мелочь, без этого вполне можно обойтись. Недаром один незадачливый поэт, пародируя темы неактуальных диссертаций, отнес к их числу «Хвощ в мезозойской эре».

¹ «Знание – сила». 1967. №7. С. 23–26. (В соавторстве с И.А.Добрускиной).

Убеждение, что палеоботаники занимаются «мелочами», так живуче, что мы давно уже не спорим с ним, а просто требуем от себя и друг от друга этого самого – хорошего отношения к мелочам.

Для геолога и биолога палеоботаника – прикладная наука. По ископаемым растениям, которые закономерно развивались и сменялись от одной геологической эпохи к другой, можно судить о возрасте и происхождении горных пород. С другой стороны, ископаемые растения рассказывают об истории растительного мира и о том, как произошли отдельные органы и целые группы растений. Поставлять такие сведения геологии и биологии – действительно повседневная обязанность палеоботаника.

Но иногда наши мелочи имеют самостоятельное значение. Они могут заставить по-новому взглянуть на важнейшие страницы биографии нашей планеты.

Растительный мир далекого прошлого (а появился он на суше не менее 400 миллионов лет назад) столь же отличается от современного, как первобытное поселение от Новых Черемушек. Но, как человеку всегда нужно было есть, пить и спать, так и все растения во все времена не могли жить без солнечного света, воды и тепла. Продолжим аналогию: об образе жизни наших предков мы можем судить по археологическим находкам – не могут ли ископаемые растения рассказать об условиях своей жизни? О том, например, как распределялись климатические зоны на Земле, сколько влаги, тепла, света они получали?

Оказывается, могут. Разумеется, речь здесь идет не о градусах Цельсия и не о миллиметрах осадков. Но мы можем довольно уверенно различить, например, тропические и внетропические флоры. Например, только в тропиках могут быть растения с древесиной без годичных колец прироста. Есть и другие признаки того или иного климата – четкие и однозначные.

И вот мы с такими строго подобранными критериями обращаемся к древним флорам. Тут-то и начинаются парадоксы. На Шпицбергене мы находим окаменелые образцы древесины без колец прироста и другие тропические растения. В Индии вместе с ледниковыми отложениями встречена если не холодолюбивая, то, во всяком случае, далеко не тропическая флора, а практически рядом – за Гималаями, в Южном Китае – растения, которые иначе как тропическими не назовешь.

Нанесем все эти наблюдения на карту и посмотрим, что получится. Возьмем, например, конец каменноугольного и начало пермского периода (около 270 миллионов лет назад). Для этого времени ясно выделяются три климатические зоны: центральная – тропическая – и две внетропические – северная и южная.

Картина, в общем, знакомая: примерно то же самое, что и сейчас. Удивление вызывают очертания этих зон. В нашем представлении тропическая зона – это более или менее правильная полоса, расположенная вдоль экватора. На современной климатической карте эту правильность

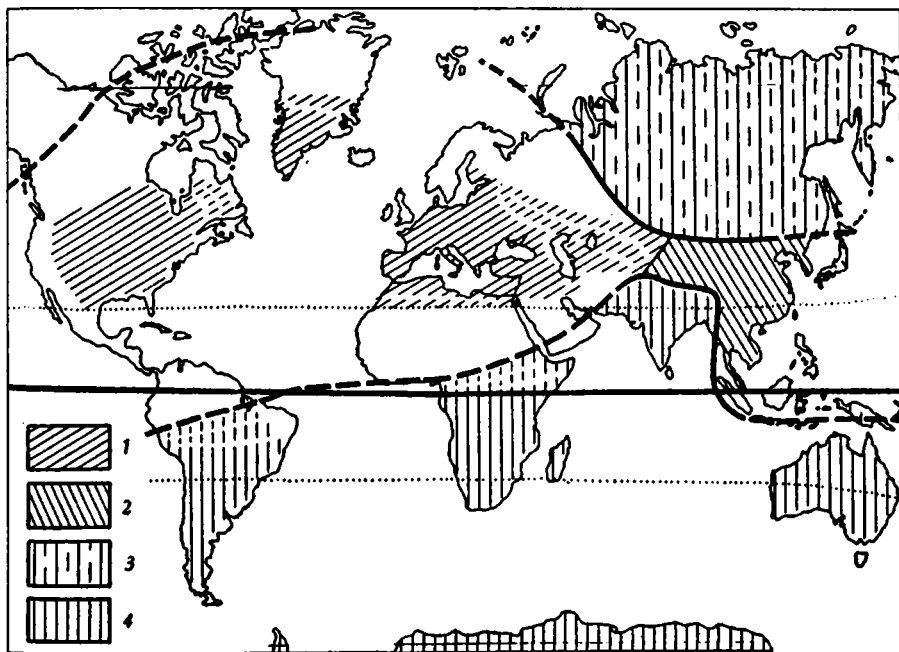


Рис. 1. Климатические зоны на рубеже каменноугольного и пермского периодов (270 млн лет назад): 1, 2 – тропическая зона с флорой еврамерийского (1) и катазиатского (2) типов; 3 – северная внетропическая зона (Ангарская область); 4 – южная внетропическая зона (Гондванская область)

не может нарушить даже весьма неравномерное расположение материков и океанов.

Ничего подобного этой правильной картине мы не видим на нашей пермско-каменноугольной карте. На долготе Америки и Западной Европы ширина ископаемой тропической зоны – 6–8 тысяч километров. На долготе Памира зона сужается до тысячи километров. К тому же, почти вся эта зона располагается в Северном полушарии! Зато Южное полушарие *почти полностью*² занято единой внетропической, возможно холоднлюбивой, «глоссоптериевой» флорой. Ее главные признак – отпечатки растения *Glossopteris* и ископаемые ледниковые отложения. Широкое распространение холодного климата на юге планеты и есть, кстати, тот «частный вопрос», на который сетовал процитированный нами в эпиграфе геолог.

Единство глоссоптериевых флор Южной Америки, Южной Афри-

² Выделено авторами. (Ред.)

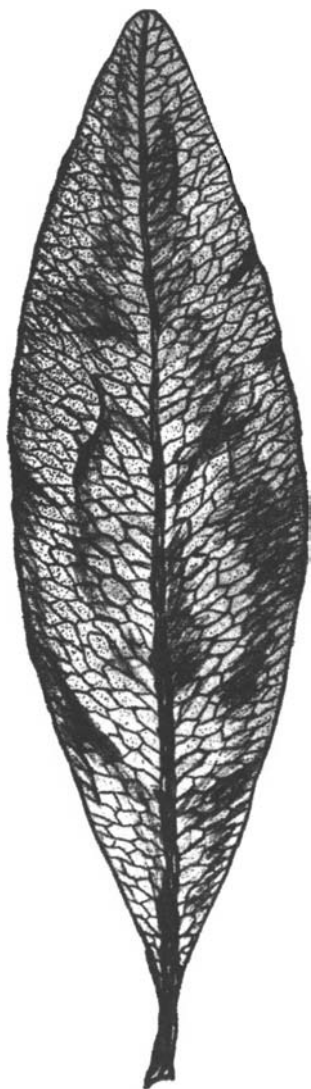


Рис. 2. Лист глоссоптериса
(по Ш. Чандре и К. Суранге)

ки, Австралии, Индии и Антарктиды поразительно. Еще Скотт³ подобрал в 400 километрах от Южного полюса образцы с отпечатками древних растений. Он придавал им большое значение: до последней минуты своего героического похода он не расставался с невзрачными на вид камнями. Чутье не подвело отважного путешественника и ученого. Образцы были позднее исследованы, и в них нашли ископаемые виды, в основном хорошо известные палеоботаникам по Индии и Южной Африке. Сейчас уже ясно, что ископаемые флоры разных континентов Южного полушария более едины, чем, скажем, ископаемые растения Таймыра и Тунгусского бассейна.

Еще больше парадоксов нас ожидает, если мы сравним ископаемые флоры областей, разграниченных узкой полосой гор Тянь-Шаня, Памира, Гималаев. В северных районах Индии, например, палеоботаник вроде бы вправе ожидать встречи с ископаемыми растениями, проникшими сюда с севера, из Средней Азии, Казахстана, Сибири, Китая.

И действительно, еще недавно в каменноугольных бассейнах Индии и других южных стран находили и описывали растения, внешне похожие на сибирские. Их долго считали близкими родственниками. Внешнее сходство уже не раз подводило естественников, и в свое время исследователи недоумевали, узнавая, что актинии – не цветы, а дельфины – не рыбы. С нашими индийскими и сибирскими «родственниками» получилось примерно то же.

Характерный пример – *Gond-*

³ Р. Скотт – английский путешественник-первопроходец, капитан; погиб во время экспедиции к Южному полюсу, во время которой были обнаружены ископаемые остатки растений глоссоптериевой флоры, о которых идет речь. (Ред.)

wanidium. Сначала так были названы растения из палеозоя Индии, а затем некоторые сибирские растения, похожие на индийские по общему облику. Но вот выяснилось, что только индийские *Gondwanidium* носят свое имя по праву. Сибирские виды в каждом «листочке» имеют четкую среднюю жилку, которой нет у индийских растений. Опять же мелочь, но если такой мелочи нет, то как бы растение ни было похоже на другое в остальном, оно не может быть отнесено к той же систематической группе. Не так ли эксперт-искусствовед, по, казалось бы, несущественным деталям, составу, оттенкам красок, особенностям композиции отличает подлинник Рембрандта от искусной подделки? Сибирский *Gondwanidium* тоже оказался подделкой – подделкой природы.

С того момента, как это было установлено, почти полное отсутствие сходства ископаемых флор Индии и остальной Азии стало фактом.

Создается впечатление, что Индия в то время была отгорожена от остальной Азии палеоботанической «великой китайской стеной». Через эту стену, проходящую по современному югу Китая, проникали лишь наиболее отважные «путешественники» растительного мира. И это была не какая-то кратковременная изоляция Индостана, а независимое развитие в течение доброй полусотни миллионов лет.

Индия на нашей карте выглядит каким-то чужеродным клином, как бы вдвинутым сверхъестественной силой в Гималаи с юга. Так и хочется устранить эту «нелепую и грубую» деталь, взять и отодвинуть Индию на юг. Тут-то и возникает вопрос: а почему мы должны сопротивляться этому желанию? Что если материка действительно передвигались? Вот так мы, палеоботаники, приходим к одной из наиболее смелых гипотез геотектонической науки, сформулированной Альфредом Вегенером в 1912 году. Мысль о движении целых материков и раньше приходила в голову специалистам, но все же именно Вегенер придал ей вид стройной и обоснованной гипотезы.

Вегенер подметил поразительное сходство в очертаниях берегов и в геологическом строении Южной Америки и Африки по обе стороны Атлантического океана. Он предположил, что некогда эти материки были соединены в гигантский праматерик Пангею, а независимыми они стали лишь в недавнем геологическом прошлом. Позже последователь Вегенера А.Дю-Тойт выдвинул гипотезу о двух праматериках, один из которых (Гондвана) дал начало Южной Америке, Африке, Индии, Австралии и Антарктиде, а другой (Лавразия) – Европе, Азии (без Индии) и Северной Америке.

Уже более полувека среди геологов идет спор между мобилистами (сторонниками теории Вегенера) и фиксистами (ее противниками). Фиксисты отрицают возможность движения целых материков. Почти все наИ все же мобилизм наступает. Почти все геологи, работающие в странах бывшей Гондваны, почти все палеоботаники, многие видные геофизики, ботаники, зоологи – мобилисты. Разумеется, и в современном варианте теории Вегенера есть свои неувязки и неразгаданные парадоксы.

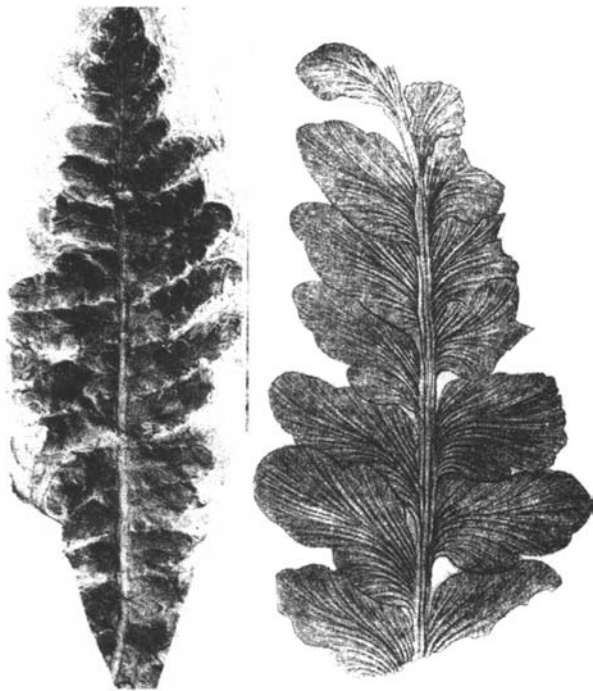


Рис. 3. Эти растения из Сибири (слева) и Индии (справа) долго относили к одному роду *Gondwanidium*. Только индийские листья носят это название по праву (у них в перышках нет средней жилки)

Иначе не о чем было бы спорить. Таким образом, мы являемся свидетелями одного из крупных научных споров, споров века, которые не раз возникали в истории науки. В таких спорах подчас одним и тем же явлением обосновывают совершенно противоположные точки зрения, а истина, в конечном счете, оказывается где-то посередине. Дело в таких случаях обычно заканчивалось компромиссом, синтетической теорией. Но о каком компромиссе может идти речь, если требуется сказать только «да или нет» – двигались или не двигались материки?

Для палеоботаника передвинуть материки – весьма заманчиво. Но попробуем – как люди осторожные и неторопливые с выводами – прежде поискать другое объяснение нашим палеоклиматическим парадоксам. Перемещением полюсов здесь дела не исправить: ведь никакое положение градусной сетки не нарисует нам тропиков, расположенных не в виде пояса, а «как бог на душу положит». Может быть, в этом виноваты древние течения?

Вспомним Гольфстрим. Самое мощное теплое течение современности освобождает от льда океан далеко на север и создает в Скандинавии

климат, который трудно сравнить, например, с климатом Южной Гренландии, расположенной на той же широте. Почему бы не привлечь теплые и холодные течения для объяснения палеозойских климатических загадок? Добавим к ним циркуляцию атмосферных масс, подберем на их пути горные цепи, и мы получим довольно правдоподобную картину, которую нарисовал, например, видный английский климатолог К.Брукс.

Но с течениями, атмосферными массами и горными хребтами дело не обстоит так просто, как кажется на первый взгляд. Например, в Европе южная граница тундры под влиянием Гольфстрима расположена всего лишь на 10 градусов севернее, чем в Сибири. Это – действие *самого мощного*⁴ современного теплого течения!

Здесь скептик скажет: «Ну что такое Гольфстрим? Вот раньше были течения! А сейчас ведь времена не те и масштабы не те». Возражать здесь по существу трудно, и потому просто обратимся к фактам – насколько в действительности влияли течения, хребты и прочее на расположение климатических зон. Эти факты нам опять же дадут ископаемые растения.

И вот оказывается, какие бы растения мы ни брали, граница между тропической и внетропической флорами в Северном полушарии за огромный промежуток времени – от начала каменноугольного периода до конца мезозоя – очень мало меняла свое положение. Лик Земли претерпевал за эти четверть миллиарда лет грандиозные превращения; много раз меняли свои очертания континенты и океаны, морские воды заливали большую часть территории Евразии, моря сменялись пустынями, земная кора сминалась в складки, вырастали мощные горные сооружения, а затем уничтожались эрозией. Урала не было, потом он явился и превратился во внушительную горную страну, потом снова почти сравнялся с землей, появились и исчезли горы в Европе, Средней Азии, на Дальнем Востоке и т.д. Горные цепи и моря, перерезавшие Евразию, затрудняли обмен растениями между разными областями. За это время расцвели и пришли в упадок целые династии в растительном и животном мире планеты. И несмотря на все это, граница тропической и северной внетропической зон не меняла своего положения.

Напрашивается вывод: расположение климатических границ «высшего ранга» почти не зависит от изменений лика Земли. Более общая причина – солнечная радиация – играет здесь решающую роль. Ну, а если так, то почему же Солнце обходило в палеозое своим теплом южную половину Земного шара с ее холоднолюбивой глоссоптериевой флорой?

И опять здесь выступает на первый план Индия. В палеозое она покрыта внетропической флорой и отрезана от северных флор. А вот в середине и особенно в конце мезозоя (60–150 миллионов лет тому назад) Индия уже явно лежит в тропиках. Растения ясно говорят: южная граница тропических флор за эти миллионы лет последовательно уходила (относительно Индии) все на юг и на юг.

⁴ Выделено авторами. (Ред.)

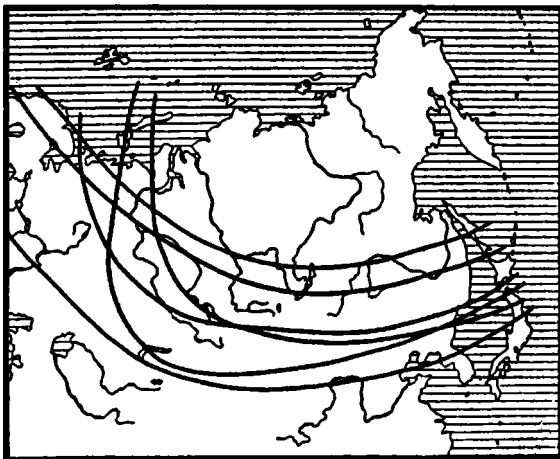


Рис. 4. Положение северной границы экваториального пояса в разные эпохи — от начала каменноугольного периода до конца мезозоя (за 250 млн лет)

Получается, что северная граница тропиков была неподвижной, а южная в это время двигалась! Может ли это быть?

Теория Вегенера помогает палеоботаникам выпутаться из безысходного, казалось бы, парадокса: двигалась не граница тропиков, а двигались континенты относительно градусной сетки Земли. Индия прежде соединялась с Африкой, Антарктидой и Австралией. Но именно во второй половине

мезозоя — по данным мобилистов — она двигалась к северу, где и присоединилась к Евразии. Расходятся южные материки, и связи между ними ослабевают. Гренландия и Шпицберген поднимаются из тропиков на север, а Америка отходит от Европы. Все как-то сразу становится на свои места.

Конечно, простая и понятная картина не всегда бывает правильной, а остроумное объяснение парадокса — еще не законченная теория. Не будем упрощать природу и навязывать ей свои законы. Исследователям, стоящим на мобилистских позициях, еще далеко до спокойной жизни, и неизвестно, победа ли ждет их впереди. Не окажется ли так, что мобилизм и фиксизм все же образуют вместе ту платформу, на которой будет создана третья фундаментальная теория, убедительно отвечающая на все каверзные вопросы?⁵

⁵ Эта статья была прокомментирована известным тектонистом, членом-корреспондентом АН СССР Петром Николаевичем Кропоткиным. Свой комментарий он закончил словами: «Я — сторонник теории мобилизма в ее современном виде, а потому позволю себе закончить эту беседу высказыванием замечательного французского геолога-мобилиста Э.Аргана. Произнесенные более тридцати лет тому назад его слова приобретают сейчас новое значение.

«Вместе с первичной концепцией мобилизма родилась тектоника, не очень резко отличающаяся от старой, но стремящаяся вперед и обладающая своей, ей специально присущей мощью. В новом, окрепшем мобилизме она обогащается всей действенной силой старой тектоники и, собрав все свои силы, может выдержать испытание всей совокупностью накопленного фактического материала». (Ред.)

ЖАЖДА В КАМЕННОУГОЛЬНОЙ ТОПИ¹

Читателю предлагается совершить путешествие. Не бог весть какое экзотическое и не насыщенное особыми приключениями. Цель путешествия – болота. Современные и давно исчезнувшие. Этапы путешествия – странные и как будто «мелкие» по подбору: ископаемые листья, их устьица и ткани, багульник в банке и солнечный свет. Но не будем забывать, что Морган² всю жизнь просидел над банками с дрозофилой. В природе нет неинтересных объектов, бывают лишь неинтересные исследования.

Путешествие, которое предстоит проделать читателю сегодня, – это путешествие по следам одного научного поиска, занявшего много лет у многих исследователей и еще не законченного. Поиска ботанического и палеоботанического.

Если читатель думает, что палеоботаник, специалист по ископаемым растениям, и «просто» ботаник – близкие родственники, он глубоко ошибается. Оказавшись в одном купе поезда дальнего следования, они с трудом найдут, что обсудить по части своей специальности. Ведь пути этих наук разошлись еще в начале девятнадцатого века. С тех пор между ними прокладывались разве что узкие и быстро зараставшие тропки. Гораздо более кровные интересы в палеоботанике – у геологов.

Но, как говорил академик Н.Н. Семенов, природа не знает о нашем разделении наук – она едина. А поскольку времена энциклопедистов давно прошли, наступило время «стыковых» наук. Геофизика, геохимия, биофизика... Палеоботаника. Среди ее задач – реконструкция палеоклиматов. Сейчас геология пытается всеми возможными способами восстановить в деталях обстановку накопления полезных ископаемых, чтобы не искать их вслепую, а вскрывать общие закономерности.

Здесь, казалось бы, в руках палеоботаников много козырей, и еще во второй половине прошлого века знаменитый английский ботаник Аса Грей высказал известный афоризм: «Растения – термометры геологиче-

¹ «Знание – сила», 1969 №4. С. 21–23.

² Томас Гент Морган, (Thomas Hunt Morgan, 1866–1945) – выдающийся американский зоолог и генетик, лауреат Нобелевской премии в области медицины и физиологии, один из создателей хромосомной теории наследственности, согласно которой в качестве атомов наследственности (т.е. единиц мутации, рекомбинации и функции) являются гены. Впоследствии, при переходе к молекулярно-генетическим исследованиям, было показано, что ген имеет сложную линейную структуру, причем мутировать и рекомбинировать могут отдельные его участки, а в качестве единицы функции гена следует рассматривать синтез отдельной полипептидной цепи или молекулы РНК. Многие свои генетические исследования Морган провел на плодовых мушках-дрозофилах (*Drosophila melanogaster*). (Ред.)

ского прошлого». Это оптимистическое высказывание нашло многих последователей. Обнаружили листья пальм в горных породах – ясно, что раньше на этом месте были тропики, встретились остатки карликовой березы – перед нами следы тундры. Но эта простая схема сразу обнаружила один дефект – пальмы, березы и другие нынешние растения не жили на Земле от века. Углубляясь в геологическую историю, мы теряем их следы, зато во все большем и большем количестве попадают растения необычные, давно вымершие. На аналогиях с нашими современниками здесь далеко не уедешь. Значит, надо искать на самих растениях свидетельства древних климатов.

Мне уже приходилось писать о том, как по ископаемым растениям можно судить, насколько теплым был климат. А по расположению климатических поясов – о том, двигались или нет материки.

Не менее важно знать и другое – насколько климат был сухим или влажным, а если немного скромнее и точнее поставить вопрос, – было ли данное ископаемое растение сухолюбивым или влаголюбивым. С постановки этого вопроса и начинается наше путешествие.

Сначала путь кажется недалеким. Порассуждаем, поставив себя на место природы. Что дали бы мы на вооружение растениям, судьба которых – прозябать в степях и пустынях?

Во-первых, увеличили бы им корни. Во-вторых, уменьшили бы поверхность листьев. В-третьих, покрыли бы листья и стебли чем-то таким, чтобы подальше упрятать нежные ткани, не дать воде испаряться. И еще мера защиты: количество устьиц, через которые растения дышат, надо сократить, спрятав оставшиеся поглубже.

Подводим итог. Все спланированные нами признаки действительно есть у многих сухолюбивых растений, то есть ксерофитов (к этому термину надо привыкнуть, без него трудно вести рассказ). Корни идут в глубь почвы подчас на 15 метров, а в стороны от растения – на 15–20 метров. Обычны у ксерофитов мелкие, да еще покрытые войлоком из волосков листья. Выработалась и покрывающая пленка – кутикула, – составленная из сложного полимерного вещества кутина, устойчивого к кислотам и щелочам. Благодаря своей устойчивости кутикула хорошо сохраняется у ископаемых растений, пролежавших в земле сотни миллионов лет. Наконец, у многих ксерофитов устьица спрятались в ямки и даже в желобки, пробегающие по нижней стороне листа. Об этих желобках, волосках и толстой кутикуле не забудьте – все это мы найдем у ископаемых растений.

Итак, трафарет ксерофита готов, надо приложить его к ископаемым растениям. Приложили и...

...Сразу попали в ловушку. Ту самую, которую природа всегда держит наготове для заранее заготовленных схем. Среди отпечатков каменноугольного периода нашлись листья с многочисленными волосками и погруженными устьицами. У гигантских плаунов (лепидодендронов), давших начало многим угольным пластам в Западной Европе, Северной

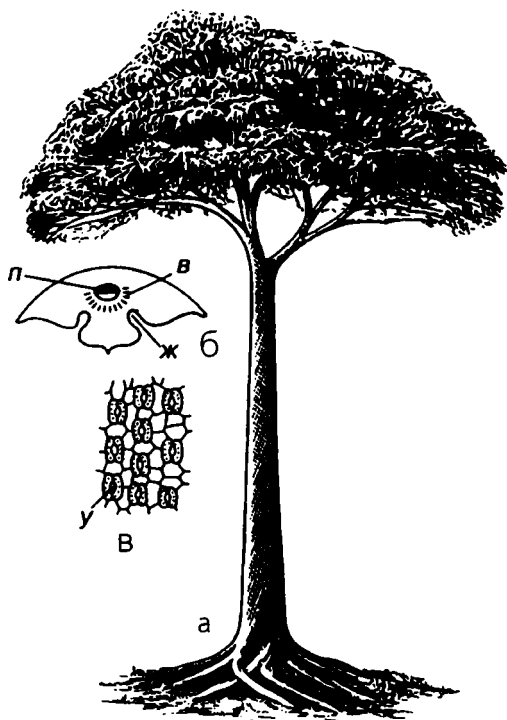


Рис. 1. Лепидодендрон (а), его лист в разрезе (б) и устьица в желобке (в): *в* – воздухоносная ткань, *жс* – желобок с устьицами, *п* – проводящий пучок, *у* – устьица

Этот парадокс решался по-разному. Одни говорили, что, дескать, эти растения древние, примитивные, ткани у них не справлялись с доставкой воды, поэтому листьям приходилось экономить воду. Другие предлагали своеобразный компромисс. Вот что написано о климате Донбасса в каменноугольном периоде в одной из недавно вышедших книг. Здесь, по палеоботаническим данным, климат якобы «...был жаркий и сухой. На это указывают ксероморфные признаки некоторых растений (ловушка сработала! – С.М.). Интенсивное углеобразование в эту эпоху свидетельствует, напротив, о влажном климате... Вероятнее всего периоды сухого в влажного климата чередовались». Тем самым противоречие не столько разрешалось, сколько замазывалось слишком сложными гипотезами, ведь частое чередование очень влажного и очень сухого климата (именно климата, а не погоды) – слишком насильственная для природы схема.

Америке и Донбассе, устьица на листьях собраны в глубокие желобки. Похожие желобки нашли и на листьях палеозойских кордаитов – давно вымерших деревьев, которым мы во многом обязаны угольными богатствами Кузнецкого, Тунгусского и Печорского бассейнов.

Вы еще не поняли, что попали в ловушку? Поняли? Ну, конечно: все эти растения потому и создали мощные пласты, что обитали они в жарком влажном мареве доисторических болот. В пустыне угольные пласты накопиться не могут.

И вот у палеоботаников стали в большом числе накапливаться ископаемые растения с засухоустойчивым обмундированием, но жившие на древних болотах и после своей гибели превращающиеся в торф, а затем и в уголь.



Рис. 2. Лист кордаита *Rufflora* и его микроструктура при увеличении в 300 раз (виден желобок с устьицами, прикрытый сопочковидными выростами кутикулы (папиллами) клеток, примыкающих к полоске с устьичными аппаратами)

книзу краями. Чувствуете аналогию? Микроскоп доведет ее до конца: устьица часто погруженные, кутикула толстая, клетки мелкие. Если исходить из всего набора признаков, — перед нами по всей статье как раз такие растения, которые палеоботаники считали сухолюбивыми. Но ведь растут-то они на болоте!

Эту особенность болотных обитателей ботаники подметили давно. Еще в прошлом веке А.Ф. Шимпер³ ввел понятие «физиологической сухости». Сущность его такова. Растение не может пить любую воду. Если она соленая или очень холодная, если в ней слишком много кислот

Исследователей, попавших в ловушку, не будем судить слишком строго. Не располагая данными о физиологии современных болотных растений, они, естественно, не могли вообразить себе такую бессмыслицу: растение вооружается против сухости, живя на болоте в окружении воды. Не будем винить их и по той причине, что сами ботаники, в том числе специалисты по физиологии и экологии современных растений, не очень-то хорошо разобрались в причинах этого парадокса. Но все же некоторые интересные наблюдения у них были.

Как же обстоит дело у современных болотных растений? Взглянем на листья клюквы, вереска, багульника, водянки. Они мелкие, кожистые, «пушистые», с подвернутыми

³ Андреас Франц Вильгельм Шимпер (Andreas Franz Wilhelm Schimper, 1856–1901) — выдающийся немецкий ботаник, эколог и географ растений; родился в Страсбурге; изучал естественные науки в Страсбургском университете, специализировался по ботанике у известного сравнительного анатома и морфолога растений А. де Бари; впоследствии профессор ботаники в Боннском и Базельском университетах; неоднократно совершал путешествия в Вест-Индию, Венесуэлу, Бразилию, на Цейлон и Яву с целью изучения географии и экологии растений; основной труд — «География растений на физиологическом основании» (1898). (Ред.)

или щелочей, то это уже не питье. Болотная вода богата гумусовыми кислотами и поэтому, дескать, неполноценна. Взгляды Шимпера не основывались на экспериментах, тем не менее палеоботаники, которым они стали известны, получили хоть какую-то путеводную нить, ведущую к выходу из ловушки. Палеоботаники Дахновский и Галле еще в начале нашего века предположили, что сухолюбивый облик некоторых палеозойских и мезозойских растений связан именно с физиологической сухостью древних болот. Теперь можно было успокоиться, так как подходящее объяснение нашлось.

Но если палеоботаники и готовы были успокоиться, то селекционеры, ботаники, изучающие всегда актуальную проблему засухоустойчивости сельскохозяйственных растений, не могли себе этого позволить. Много потрудились здесь советские ботаники, в их числе П.А. Максимов и П.А. Баранов.

Наблюдения физиологов и экологов были весьма поучительны. Еще раз пришлось убедиться, что внешность обманчива. П.А. Баранов изучил растения, живущие на сухих каменистых осыпях в горах Средней Азии, и обнаружил, что у этих горных ксерофитов чуть не половина всех видов имеет голые, без всякого «опушения» листья, которые, к тому же, не выделяются толщиной, и что погруженные устьица встречаются у них как редкое исключение. Вы, вероятно, думаете, что ботаники тут же выяснили, как все эти горные растения обходятся без засухоустойчивой одежды. Нет. Не было этого. Загадка осталась нерешенной.

Между тем, селекционеры обязательно должны были знать анатомические и морфологические признаки, по которым можно прямо в поле отличать засухоустойчивые сорта, не проводя сложных экспериментов. Огромная работа, изучение десятков признаков на самых разнообразных растениях, почти не дала ожидаемых результатов. Нашли, правда, один, чуть ли не единственный бесспорный признак, характерный для всех сухолюбивых растений: клетки мякоти листа располагаются у них правильными рядами, причем к поверхности листа клетки выходят как бы торцами – длинные их оси расположены перпендикулярно к поверхности.

Но и тут не обошлось без загвоздки: выяснилось, что точно такое же расположение клеток и у растений не сухолюбивых, а просто привыкших жить на ярком солнечном свете.

В 1946 году наш выдающийся ботаник А.А. Гроссгейм подвел неутешительный итог всем исследованиям такого рода: «Ни морфолого-анатомического, ни физиологического вполне полноценного понятия ксерофит не существует; поэтому пока надо придерживаться определения биологического. Ксерофит – растение сухого местообитания и сухого сезона». Короче, ксерофит есть ксерофит, и все тут. Для палеоботаника, который не может опытным путем выяснить, в каких условиях изучаемое растение лучше произрастает (оно ведь давно не произрастает!), это был прямо-таки удар. Нечего, оказывается, тратить драгоценное время в попытках определить, какое ископаемое растение ксерофит, а какое – нет.



Рис. 3. Цветущие побеги вереска (слева) и багульника (справа).

Поэтому так или иначе следовало пересмотреть опубликованные работы, и против каждого места, где палеоботаники рассуждали о сухолюбивости вымерших растений, а затем и о сухости климатов, ставить на полях жирные вопросы красным карандашом.

Теперь, пожалуй, самое время запутаться в рассуждениях. Сначала мы установили, что у сухолюбивых растений есть некоторые отличительные особенности. Затем выяснили, что растения с такими особенностями живут в окружении воды, на болоте. После этого, обратиться к теории фи-

зиологической сухости, мы выбрали такому парадоксу подходящее объяснение. И вдруг выяснилось, что все это ни к чему, так как признаков, свойственных исключительно ксерофитам, практически не существует. Ничего не ясно, выхода не видно. Значит, и беспокоиться не о чем.

Конечно же, этого дела так оставить нельзя. Надо разобраться. Попробуем сначала: почему же у некоторых болотных растений – мелкие листья с густым войлоком волосков снизу, подвернутыми краями, толстой кутикулой? Неужели же на этот вопрос нет ответа? Слишком уж характерны эти признаки для многих ископаемых растений, и обидно совсем ничего не узнать об их назначении.

Итак, мы снова отправляемся в болото. Через дебри физиологических терминов попробуем добраться до сути, до закономерностей, общих для современных и ископаемых растений.

Начнем. Физиологическая сухость. Что это такое? Простое перечисление литературы сразу показывает, что термин этот разные ботаники толкуют по-разному, а то и просто относятся к нему скептически. Г.И. Поплавская в своем учебнике экологии растений пишет: «Физиологическая сухость вызвана скорее всего преимущественно низкими температурами сфагнового болота. Причем... растения сфагновых болот – это почти все те же растения, которые растут в тундре и в условиях холодной почвы». В другой работе, вопреки этой цитате, убедительно доказывается, что клюква, вереск и некоторые другие растения сфагнового болота почти с одинаковым усердием сосут воду и при 20 градусах, и при 10 Цельсия. Выходит, холодная вода физиологически вовсе не сухая! Немецкий исследователь Монфор поставил многочисленные эксперименты и выяснил, что болотная вода и по химическому составу отнюдь не столь плоха.

А М.В. Сенянинова-Корчагина из Ленинградского университета поступила совсем просто: взяла клюкву, багульник, андромеду и некоторые другие болотные растения, посадила в банки с болотной водой, увезла в лабораторию и спрятала от прямого солнечного света. Растения отреагировали одинаково и очень поучительно. Они преобразились быстро и как в сказке. Листья их стали крупнее и тоньше, кожистость исчезла, края распрямились, а волоски сильно поредели. Иными словами, растения потеряли чуть ли не все свои «сухлюбивые» признаки. Вывод напрашивался один: не химизм воды, не пресловутая физиологическая сухость им причина! Назначение их – бороться не с недостатком воды, а с избытком света!

Помните работы селекционеров? Единственный бесспорный признак сухлюбивых растений – расположение клеток – характерен и для растений, привыкших жить на ярком солнечном свету!

М.В. Сенянинова-Корчагина довольно ехидно намекнула, что если исходить из структуры листьев, толстых и кожистых, то придется записать в ксерофиты кубышку, проводящую всю жизнь в воде. Сенянинова-Корчагина не перечеркнула целиком теорию физиологической сухости, а лишь сильно сократила сферу ее применения. Ее исследования убедили, что на избыток света растение иногда реагирует так же, как и на не-

достаток влаги. Оказалось, что свет становится опасным лишь при недостатке в почве азотистых веществ. Это бывает и на болоте, и в сухой каменной почве. От этого хлорофилловые зерна на ярком свете обесцвечиваются, прижимаются к стенкам клеток и слипаются. Растения получают настоящий солнечный удар. Толстые кожистые листья с густым опушением и подвернутыми краям лучше противостоят натиску солнечных лучей. Одновременно они выручают растение и тогда, когда болото промерзает или высыхает в засушливое лето.

Это не единичный случай, когда один и тот же признак служит нескольким целям, «подобно тому, как черный плащ араба или барашковая шапка кочевника предохраняет его и от солнечного жара и от холода». Эти слова принадлежат нашему крупнейшему палеоботанику А.Н. Криштофовичу.

Растение, приобретя универсальное приспособление, только выигрывает, чего не скажешь о палеоботанике, который вынужден гадать, где на облике ископаемого растения сказалась сухость, а где — избыток света при недостатке азота в почве. Это удастся сделать далеко не всегда. Зато, когда удастся, палеоботаник может судить не только о засушливости или влажности климатов прошлых эпох, но и о том, часто ли светило солнце развесистым ископаемым собратьям современной клюквы.

Допустим, палеоботанику попались в угле останки растения с толстой кутикулой и другими подобными особенностями. При этом можно ругаться (по другим признакам), что растение не было все-таки сухолюбивым. Остается предположить, что оно жило на ярком солнечном свете. С такими растениями мы встречаемся уже в девонских отложениях, в середине палеозойской эры (примерно 350—400 миллионов лет назад). Есть такие растения в отложениях всех последующих геологических периодов. Из этого можно сделать вывод, что за последние 350—400 миллионов лет световой режим на Земле не испытывал серьезных колебаний. Солнце светило всегда, светило везде.

А ведь и сейчас многие придерживаются гипотезы, принадлежащей известному ботанику академику М.И. Голенкину, что вплоть до середины мелового периода, то есть почти до конца мезозойской эры, Земля, наподобие Венеры, была окутана сплошным облачным покровом. Голенкин считал, что лишь около 100 миллионов лет назад облачный покров начал рассеиваться, и это вызвало революцию в растительном покрове. На первое место в растительном мире вышли покрытосеменные, которые вытеснили господствовавшие до этого папоротники и голосеменные (цикадовые, гинкговые и другие).

Теперь с этой гипотезой придется расстаться. Для революции в растительном мире придется поискать другие объяснения. Конечно, мы не за этим отправлялись в наше путешествие, но заметим попутно, что подобные повороты в исследованиях скорее правило, чем исключение (ведь и фарфор в Европе научились делать, пытаясь найти подходящую глину для королевской пудры).

Было бы приятно закончить рассказ утешительной сентенцией о

том, что есть все же в нашем распоряжении надежные (точные, замечательные и т. д.) методы, которые позволяют преодолеть трудности и прийти к выводам, открывающим перед нами... и т.п. Но это будет нечестно. Восстановление условий, в которых жили растения много миллионов лет назад, – сложный и очень трудоемкий процесс. Здесь мало искать метки на самих растениях. Надо смотреть и горную породу, которая похоронила их, надо анализировать сочетания, в которых оказались погребенными листья, стволы и семена, надо собрать множество других наблюдений. Но этот труд окупает себя, – мы получаем вместо сухого перечня документов живую историю нашей планеты и жизни на ней.

ГДЕ ТЫ БЫЛ, АДАМ? IN STATU NASCENDI¹

С изучением «первых поселенцев» суши палеоботаники не спешили. И в этом нет их вины. Попадавшиеся иногда неказистые обрывки не будили воображения, которому без тонкой техники исследования и разгультаться было негде. Было так: найдут отпечаток, окрестят его латинским названием, опишут и снова возвращаются к привычным коллекциям. Эта история знакома археологам. Сколько потребовалось лет, чтобы останки доисторических людей и древнейшие орудия получили столь же большое внимание, что и памятники Древнего Рима!

Перелом в отношении к первым наземным растениям наступил лишь полвека назад. Все решил случай. В Шотландии, в местечке Райни близ Абердина, геолог Макки обнаружил в каменном крестьянском заборе занятый камень. В нем были видны окаменевшие остатки растений. Камень поехал к палеоботаникам и оказался уникальной находкой. Запечатанные в нем растения удивительно сохранились. В шлифах² проявилась каждая клеточка, в спорангиях – органах размножения всех древних и некоторых современных растений – еще находились невысыпавшиеся споры.

Геологу, хорошо знавшему, какие породы встречаются в окрестностях Райни, не составило труда найти то место, откуда был родом камень из забора. Над большой коллекцией собранных окаменелостей засели за работу два видных английских палеоботаника – Р. Кидстон и В. Лэнг. В течение пяти лет (1917–1921 годы) выходили в свет их статьи о найденных в Райни растениях. Это была сенсация для палеоботаников, ботаников, для всех, кто интересуется историей органического мира. Вместо малопонятных отпечатков – прекрасно законсервировавшиеся растения, причем сохранившиеся целиком, а не в «разобранном» виде. По всему своему строению они как нельзя лучше подходили для роли прародителей. Даже листьев еще нет! Прутья – гладкие или с отростками, похожими на острые шильца. Внутри – прямо-таки убогий набор растительных тканей. Спорангии, то естьместилища для спор, – простые мешочки без всяких приспособлений для вскрывания. Восхитительный примитив!

¹ «Знание-сила», 1968, №11.С. 17-19.

² Чтобы изучить микроскопическую структуру породы или окаменелости из нее приготавливают шлиф. Кусок породы выравнивают с одной стороны, наклеивают на стекло и стачивают с тыльной стороны, пока не получится прозрачная пластинка толщиной в несколько микрон. Это и есть шлиф. Его изучают под микроскопом.

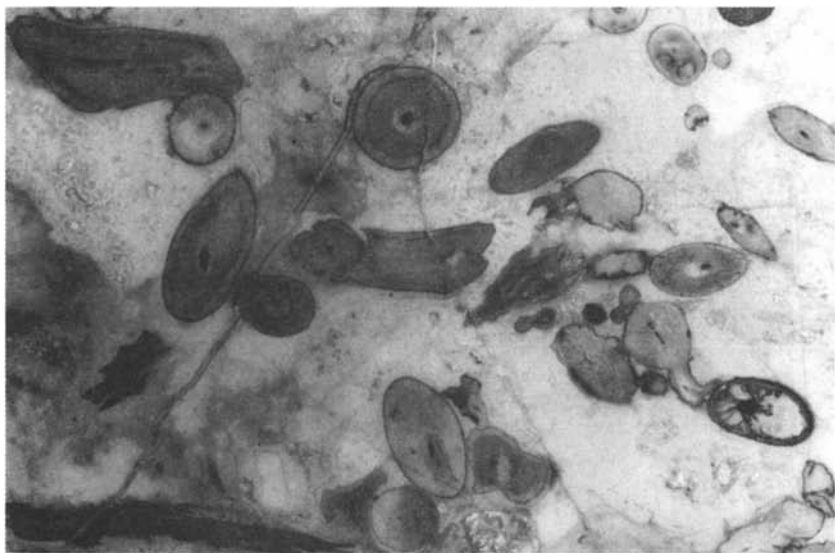


Рис. 1. Шлифы кремней из Райни, на которых видны срезы стеблей с сохранившейся клеточной структурой



Рис. 2. Роберт Кидстон (слева) и Т. Гвинн-Воган (справа)

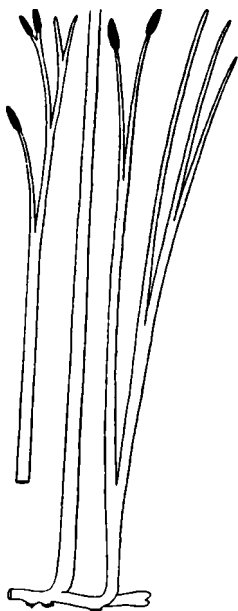


Рис. 26. Риния – одно из примитивнейших растений из Райни (по Р.Кидстону и В.Лэнгу)

Кидстон и Лэнг в деталях восстановили облик изученных ими растений и окружающий их пейзаж. Это было в далеком девоне (немного больше 350 миллионов лет назад). Угрюмая трясына, где обитали наши Адам и Ева, отнюдь не походила на Эдем. Скорее наоборот: рядом с ней самая страшная современная топь выглядит жизнерадостным райским уголком. Ни дерева, ни цветка, только щетка из зеленых прутьев (самые крупные – около метра) торчит из неподвижной жижи. То здесь, то там дымятся горячие термальные источники. Благодаря этим источникам и состоялась наша встреча с обитателями девонской трясины. Теплые, соленые, они, не дожидаясь разрушения тканей у растений, пропитывали их солями, консервировали в первозданном виде. Кидстон и Лэнг назвали их *псилофитами* (по-гречески «псиλος» – голый; «фитон» – растение). Вернее, название это уже было. Оказалось, близких родичей шотландских прутиков нашел в девонских отложениях Северной Америки и описал канадец Доусон¹ еще в 1859 году! Но всякое открытие дожидает-

¹ Джон Уильям Доусон (John William Dawson 1820–1899) – выдающийся канадский геолог и палеоботаник; первый исследователь, получивший более или менее ясные представления о древнейшей наземной растительности, хотя эти его результаты фактически игнорировались в течение более полувека. Родился 13 октября 1820 г. в Пикту (Новая Шотландия); после окончания колледжа в родном городе учился в Эдинбургском университете, где его учителями были такие известные ученые как Форбс, Бальфур и Джемиесон. В 1842 г. вернулся в Канаду, где встретился с приехавшим туда Чарльзом Лайелем, работа с которым оказала значительное влияние на молодого Доусона. В 1855 г. Доусон возглавил Макгилльский университет в Монреале; к кандидату на эту должность предъявлялись следующие требования, которым полностью удовлетворял Доусон: он должен был быть молод, обладать способностями и современными идеями, религиозным, но толерантным складом ума, быть экуменически настроенным, но протестантом, а также не проявлять конфессиональности в преподавании; неофициальными условиями были большая педагогическая нагрузка и низкая оплата труда. Научные заслуги Доусона получили широкое признание: он был избран членом Лондонского Геологического общества и Королевского общества, президентом Британской, а также Американской ассоциаций содействия развитию науки; в 1883 г. Доусону было присвоено рыцарское звание. (Ред.).



Рис. 4. Девонский ландшафт (по Й. Августе и З. Буриану).

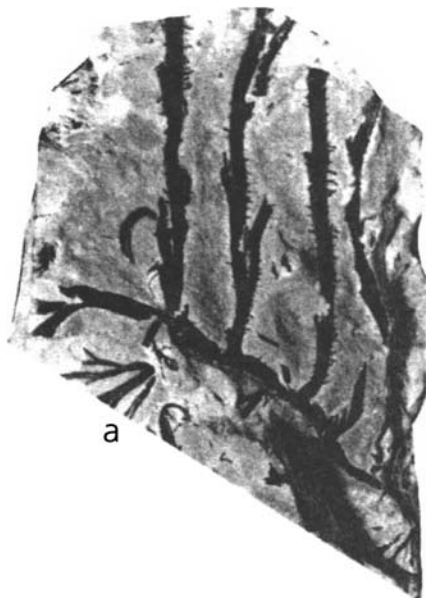


Рис. 5. Отпечатки псилофитона – одного из первых наземных растений: а – корневище (ризом) с тремя отходящими от него покрытыми шиповидными выростами (эмергенцами) стеблями; б – одна из этих осей при большем увеличении (по Г. Эндрюсу)

ся своего часа. Только через 60 лет по-настоящему оценили, осознали значение той находки⁴.

Это был взрыв всеобщего интереса к палеоботанике. Многие учебники, справочники и даже популярные книжки с тех пор начинаются с рассказа о шотландских растениях, с картинок из статей Кидстона и Лэнга. Казалось, что спала завеса с одной из главных загадок в истории зеленого царства. В солидных теоретических исследованиях замелькали генеалогические древа, которые неизменно начинались с псилофитов. Этим взглядов многие придерживаются и сейчас.

Но что это за теория, если у нее нет противников? Скептики быстро заметили, что всем этим растениям, особенно шотландским, чтобы быть

⁴ Подробнее о судьбе описанного Доусоном *Psilophyton princeps* Daws. см. в статье «Предки высших растений» в настоящем издании. (Ред.)



Рис. 6. Сюзанна Леклерк

Адамом в Евой растительного мира суши, следовало бы быть постарше. Соотечественник Кидстона и Лэнга – один из лучших палеоботаников двадцатого столетия Д.Г. Скотт⁵ (интересно, что начинал он свою карьеру железнодорожным инженером) – сказал об этом еще в 1924 году. 30 лет спустя бельгийка Сюзанна Леклерк, один из самых авторитетных специалистов по древнейшим растениям, выступила с сокрушительной статьей, весьма красноречиво озаглавленной: «Являются ли псилофиты исходной или конечной точкой?» Вот куда может завести человека скепсис! Ну что за вопрос? О какой конечной точке может идти речь, когда перед нами примитивные и

достаточно древние стебли с не менее примитивной внутренней структурой? Продолжая сравнения с археологией, тезис Леклерк при желании можно изобразить примерно так: «Были ли каменные неотесанные рубила и молотки начальной или конечной точкой в развитии человеческих инструментов?»

Но подобные пародийные аналогии могут быть порочными в самой своей основе. Скепсис Леклерк и ее единомышленников – их немало – не был случайным.

Главными орудиями в руках Леклерк были стальная игла, молоточек и незаурядное терпение.

Остатки ископаемых растений – не всегда плоский, выгравированный на породе рисунок из стебельков и жилок. Иногда ветка со спорангиями постепенно затягивалась илом и сохраняла свою первоначальную объемную конфигурацию. На сколе породы – срез в одной плоскости, а

⁵ Подробнее о жизни и научном творчестве Д.Г. Скотта см. статью «Дьюкинфилд Генри Скотт» в настоящем издании. (Ред.)

что делается внутри – неизвестно. Вооружившись своей нехитрой техникой, терпеливая Сюзанна Леклерк миллиметр за миллиметром вскрывала породу, прослеживала, куда идет ответвление сучка или сложно ветвящаяся ножка спорангия. Все стадии своих «микрораскопок» она тщательно зарисовывала и сфотографировала. Постепенно выявилась объемная модель растения во всех деталях.

И хотя Леклерк изучала ровесников шотландских растений и даже их предшественников, то и дело перед ней вставали значительно более развитые, далеко не примитивные формы! Стебли прихотливо ветвились, на них висели не примитивные мешочки спорангиев, а целые колоски со спорами, сложные ткани довольно художественно «выполняли» внутреннюю часть ствола. Все эти весьма непросто устроенные растения часто тоже причисляют к роду Адама и Евы – псилофитам, но это делается скорее «из уважения к возрасту», чем на основе убедительных ботанических аргументов. Чем дальше углублялись палеоботаники в древнейшие растения, тем все более и более сложные формы и приспособления вставали перед ними. Своеобразная сложилась ситуация: самые древние растения сложнее более «юных» шотландских прутиков. В лучшем случае, они стоят на одном эволюционном уровне. Эволюция повернула вспять!

Дом для престарелых, заповедник для прародителей – вот как смотрят на окаменевшее девонское болото в Райни самые осторожные палеоботаники, не склонные быстро отказываться от сложившихся взглядов. Дескать, псилофиты (причем не обязательно шотландские) – неизбежная стадия, которую растения так или иначе должны были пройти, переселяясь на сушу. Именно такие простые, слабо ветвящиеся зеленые прутья стояли у истоков эволюции зеленого листа. Потом побеги все сильнее ветвились, постепенно выделялась главная ось, менялись боковые ветви, они становились все более плоскими, срастались и превращались в листья. Все логично. И не только логично: из большого количества древних растений можно было подобрать и соответствующие иллюстрации, конкретные факты.

Но были еще и другие факты. Нельзя сказать, чтобы они так уж вопиюще противоречили «логичным» рассуждениям. Просто их нельзя было к ним приспособить. Эти факты были как бы сами по себе. То в одной, то в другой стране попадались растения, которые выглядели странно и не желали входить в генеалогические древа. До поры до времени их просто не замечали, когда говорили об общих проблемах эволюции. Так святые отшельники в своем истовом усердии стремились игнорировать всякие дьявольские соблазны.

Иногда из глубины каменных напластований выныривала какая-то плоская рогулька с толстой кожей, под которой прятались совершенно обычные с виду споры. Иногда попадалось сложное переплетение нитей, образующее... толстые и прочные стволы! И в этом переплетении тоже прячутся споры. Были открыты и совсем странные растения, боль-

ше всего напоминающие кучку лягушачьей икры. А иной раз что-то уже совершенно из ряда вон, ни на что не похожее – наваждение, и все тут.

Этих наваждений становилось все больше. Сейчас наступил момент, когда странные растения уже невозможно стало рассматривать просто как исключения из правил. Давно пора за этими исключениями увидеть какое-то новое правило. У эволюции нет побочных продуктов, сынков и пасынков. Закономерность – пусть пока она нам неизвестна – должна быть и среди исключений. Должна быть, но мы ее еще не знаем.

Не только странные уродцы подтачивали эволюционный авторитет псилофитов. В последние годы начали распадаться звенья основной цепи эволюции зеленого мира. Скажем, раньше находили растения, которые казались промежуточными между псилофитами и хвощами. Им придавали очень большое значение, они хорошо вписывались в традиционную поступь эволюции, о них обязательно рассказывали студентам. А потом выяснилось, что это никакие не псилофиты, и не хвощи, и не их родственники, а самые настоящие прапапоротники – то есть явления из совсем другой оперы. Висит на волоске связь псилофитов и с другими группами высших растений.

И вот разваливаются с трудом составленные и такие привычные схемы эволюции. Сложилась ситуация, очень характерная для современной палеоботаники, а может быть, и для других областей естествознания. О ней хорошо сказал американец Г. Эндрьюс: «Возможно, наибольший вклад, который сделала палеоботаника, это не заполнение пробелов в наших познаниях об эволюции растительного царства, а показ нам того, как много пробелов существует».

Из чего состоит современное растение? Из корней, стеблей, листьев и органов размножения (цветков, шишек или спорангиев). Все эти органы можно разложить на составные части – клетки и ткани, которые тоже поддаются рассортировке. Каждый из этих элементов имеет свою историю, которую можно проследить.

Настоящие цветки появились «недавно»: примерно в середине мезозойской эры, то есть около 150 миллионов лет назад⁶. Примерно тогда же появились и первые сосуды в стволах. Листья, заполненные сеткой жилок, появились раньше – около 300 миллионов лет назад. До этого жилки шли через лист не соединяясь.

А другие главные элементы? Ствол, скажем? В какой момент они появились? Тут тоже не обошлось без какой-то чертовщины. Заколдованное место. Чем больше мы знаем, то есть чем дальше вглубь тысячелетий мы идем, тем дальше отодвигается от нас момент появления всех главных элементов растения. В девонском периоде, с которого, в сущ-

⁶ Древнейшие достоверные ископаемые остатки генеративных органов и плодов цветковых известны из отложений начала мелового периода. Подробнее о появлении цветковых в геологической летописи см. главу «Древнейшие покрытосеменные» в кн.: Мейен С.В. 1987. Основы палеоботаники. М.: Недра. С. 264–270. (Ред.)

ности, началась настоящая палеоботаническая летопись, растения уже успели обзавестись всем необходимым для жизни. Они получили в свое распоряжение толстые стволы с большим количеством древесины, причем сама древесина по сложности строения может потягаться с современницей нашей, сосной. У некоторых групп, например, шишки со спорангиями со временем не столько усложнялись, сколько упрощались!

Приступая к изучению «первых поселенцев», палеоботаники в глубине души надеялись увидеть в простых внешних формах такую же простую внутреннюю механику. Эти надежды не оправдались. И снова проведем аналогию с историей человечества. Глядя на нехитрые контуры доисторических ритуальных статуй, вполне можно подумать, что не слишком искусны были мастера тех лет. Но вот найдена выразительная пещерная живопись, и невольно задумываешься, а многому ли, в сущности, научились живописцы за прошедшие тысячелетия? Конечно, на стенах пещер нет роскошных полотен со сложным сюжетом. Но, может быть, в них просто не было нужды жителям пещер? Да и в этом ли мерило мастерства?

Такое же ощущение не покидает и палеоботаника, заглянувшего в глубь истории растительного мира. Он не видит роскошных деревьев с хитроумными листьями. Но в тонкой структуре тела растений, то есть в основе основ, все главное уже есть, и все появляется как-то сразу, без предупреждения.

Когда же это произошло? Не получим ли мы ответ, если спустимся еще ниже «по разрезу», в первые этажи каменной летописи?

Спускаться есть куда. Мы знаем значительно более древние отложения. Но картина вырисовывается довольно странная. В отложениях девонского периода остатков растений много. Находят их по всем континентам. Ассортимент обильный и разнообразный. Но в самом основании девонской толщи картина резко меняется: остается всего несколько видов, хотя количество отпечатков еще изрядное.

Спустились еще немного – в верхнюю часть силурийских отложений (450 миллионов лет назад). Здесь теряются последние нити, совсем мало путных отпечатков, все больше непонятные обрывки. С этого момента исчезают остатки, говорящие на понятном нам языке. Порой попадаются занятный стебель, вроде бы даже лист, в более древних отложениях вплоть до истоков палеозоя (возраст – свыше 500 миллионов лет), но никто еще не доказал, что это наземные растения, а не водоросли.

Когда палеоботаник не находит в породе обычных отпечатков растений, для него еще не все потеряно. Можно поискать микроскопические остатки, например, споры. Оболочки спор удивительно стойки, их выделяют из породы, которую предварительно дробят и пропускают через серию сильных реактивов.

Специалисты потратили много времени, чтобы найти споры в додевонских породах. В силурийских отложениях спор, действительно, нашли довольно много. А ниже, в ордовикских породах исчезают и они.

Встречаются какие-то микроскопические остатки. Из-за них было сломано немало палеоботанических копий, но ничего путного о наземных растениях они не говорят.

Короче говоря, в основании отложений девонского периода растений много, они очень разнообразны. Во многом непонятные, это все же настоящие наземные растения. А потом как-то сразу все исчезает (если следовать ходу событий, наоборот, появляется).

Вообще-то внезапною смены декораций палеоботаников не удивишь. Все самые важные группы растений и самые распространенные флоры появляются в отложениях внезапно.

Для этого подобраны вполне убедительные объяснения. Главные кузницы новых флор в растительном царстве не разбросаны по всей Земле. Основные центры – в районах с предельным разнообразием почв, рельефа и климата. Это предгорья и невысокие горы. Здесь – настоящий Эдем для растений. Нарождающийся вид может уединиться от близких родственников (стало быть, самых опасных конкурентов и соперников) в какой-нибудь долине и там приспособливаться.

К сожалению, природа не ведет своей палеоботанической документации в горах и предгорьях. Здесь происходит размыв и вынос пород, а не их накопление. Осадки накапливаются в низинах, болотах, озерах, на морском побережье, где нет такого разнообразия условий, а следовательно, интенсивного образования новых форм. Если остатки растений, живших в предгорьях и на горах, и доберутся до этих мест, то хоронить уже будет нечего. Именно в этом причина, почему сам процесс эволюции, его переходные, ключевые моменты ускользают от палеоботаника. Он видит новые растения уже распространенными и законченными – в момент, когда вид уже спустился в низины.

Но все эти объяснения хороши, пока речь идет о внезапной смене более молодых флор, но к быстрому появлению древнейших растений горы не имеют никакого отношения. Ведь предками наземных растений были морские водоросли. До гор еще только предстояло добраться! Завоевание суши шло снизу, а не сверху!

Почему же не осталось свидетельств о начале завоевания суши растениями?

На этот вопрос можно попытаться ответить. Правда, придется ограничиться рассуждениями, так как конкретных фактов почти нет.

Как это было?

Перед нами ненаселенная, пустынная суша. Не земля в нашем обычном понимании, а именно суша: почв еще не было, ибо почвы появляются только тогда, когда растения уже включились в преобразование лика Земли⁷.

⁷ Точнее сказать, почвы в привычном, традиционном понимании. Сейчас показано, что почвоподобные образования существовали в досилурийское время. Американский палеоботаник и специалист по палеопочвам Г. Реталляк описал такие «прапочвы» из

Прошел дождь, часть воды впиталась в камни, в песок, в глины, а остальная часть, не сдерживаемая ничем – водоохранной растительностью не было – бурными потоками ринулась в низины. Если подвернулись по пути первые хилые былинки, поток подхватил их, изломал и понес. Из того, что осталось, палеоботаник много не извлечет. Пока сток воды не регулировался, не было настоящих речных долин с поймами и старицами, не было настоящих болот. Останки погибших не могли рассчитывать на почетное, не бесславное погребение: кладбищ не было.

Но вечно так продолжаться не могло, если растения взяли курс на завоевание суши. Когда-то среди них появились такие формы, которые – в силу ли преимуществ в строении корней или по другой причине – смогли уйти дальше от побережий, вглубь континента. В этих завоеванных местах начали образовываться «прапочвы». Сток вод уже не проходил с прежней беспорядочностью. В такие участки смогли проникнуть и более слабосильные растения. Это было – как цепная реакция. Сток еще больше упорядочивался. Тем временем зеленые пионеры суши продвигались дальше, водворяя здесь свой, привычный нам порядок. В какой-то момент появились и милые сердцу палеоботаника кладбища растений⁸.

С этого момента – далеко не первого в жизни древних растений – и начинается палеоботаническая летопись, история. Предыстория исчезла, не запечатленная никем. Раз начавшись, круговой процесс нарастал лавинообразно, а стало быть и первые «записи» о нем должны были появиться сразу и в большом количестве. Так оно и случилось. Суша быстро обрела вполне обжитой вид.

Это, конечно, лишь гипотеза, но ее вполне можно проверить. Для этого должны объединить свои усилия две науки: палеоботаника и седиментология, то есть наука об осадочных породах. Установление такого союза – дело будущего.

Быстрое завоевание суши, может быть, явилось причиной фантастически быстрых темпов эволюции древнейших растений. Отсутствие серьезных конкурентов – раз. Богатый набор факторов среды, каждый из которых был в диковинку выходцам из воды, – два. И то, и другое не

раннеордовикских отложений штата Пенсильвания (США), предположив, что их образование было связано с деятельностью неизвестных водорослей и животных (подробнее см. статью «Первые “сухопутные” растения» в настоящем издании). (Ред.)

⁸ Впоследствии С.В.Мейен пришел к выводу, что вопрос о том, в какой среде происходил процесс формирования высших растений, остается полностью открытым, причем нельзя исключить, что он имел место не во время выхода водорослей на сушу, а протекал в ранее возникшем водорослевом населении суши. По времени этот процесс приходится отнести на середину-начало силура. Расселение первых высших растений вглубь континентов началось в начале девона; в типичных речных отложениях остатки таких растений – *куксоний* (*Cooksonia*) – появляются в жединское время. Подробнее см. статьи «Предки высших растений» и «Первые “сухопутные” растения» в настоящем издании, а также главу «Становление наземной растительности» в кн.: Мейен С.В. Основы палеоботаники. М.: Недра. 1987. С. 303–308. (Ред.)

могло не вызвать взрывоподобного появления все новых и новых форм и тонких структур, а следовательно, новых видов, родов и т. д.

Основные факторы внешней среды на суше (свет, влага и т. д.) с девонских времен мало изменилось. Поэтому понятно, почему основные принципы в организации высших растений с девона до наших дней остались в общем неизменными.

* * *

Вот, пожалуй, и все, что мы можем попытаться истолковать в туманной истории о житье-бытье зеленого царства *in statu nascendi* – в самые первые его дни. Только внешняя сторона древнейших событий сейчас мало-мальски понятна. Сущность процессов, которые привели к появлению листа, корня, дерева, папоротника, мха и т. д., от нас ускользает, причем пока неясностей становится чем дальше, тем больше.

Генеалогического древа, идущего от Адама зеленого мира суши, мы нарисовать не можем. Одна за другой переходят в архив гипотезы и теории, которые казались почти очевидными... Но не всегда будет так. Наберется материал, установятся новые аналогии и связи, кто-то найдет, наконец, принципиально новый подход. Но тут же – и к этому нужно быть готовыми – возникнут, вероятно, новые, не менее каверзные вопросы. Этот процесс бесконечен. Однако не будь так, стоило бы заниматься изучением природы?

ПРЕДКИ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ¹

Вопросы, связанные с происхождением высших растений, до сих пор вызывают споры и дискуссии среди палеоботаников и систематиков. Исследования последних 10–15 лет дали для палеоботаников немало новых интересных данных. В предлагаемой статье мы рассмотрим самых ранних представителей высших растений, долгое время фигурировавших в литературе под названием «псилофитов».

Впервые псилофиты были описаны еще в середине девятнадцатого века, но привлекли к себе внимание только в 1917 г., когда Р. Кидстон и В. Лэнг сообщили об уникальных находках псилофитов в девонских кремнях Абердина в Шотландии. Шотландские растения, и прежде всего два вида риний (*Rhynia gwynne-vaughanii* и *R. major*), быстро вошли в литературу и до сих пор воспроизводятся в учебниках и в популярной литературе.

Для простоты дальнейшего изложения напомним облик описанных из Абердина растений. На реконструкциях *R. major* выглядит как растение полуметровой высоты весьма простого строения. Голые, вильчато ветвящиеся оси отходят от горизонтального побега с ризоидами (корнеподобными органами) и заканчиваются спорангиями с многочисленными спорами внутри. *R. gwynne-vaughanii* мельче, и на поверхности их осей изображают вздутия непонятной природы. У рода *Hornea*, позже переименованного в *Horneophyton*, побеги отходят от клубневидного основания, а спорангии имеют внутри колонку стерильной ткани. Сходное строение имеют спорангии мохообразных. У третьего рода – астероксилона (*Asteroxylon*) поверхность осей покрыта мелкими иглоподобными выростами (эмергенцами), а проводящий пучок в поперечном сечении звездчатый, тогда как у прочих шотландских псилофитов он цилиндрический. Стебли астероксилона внешне похожи на плауновые. На реконструкциях их обычно рисовали с висячими спорангиями на концах.

Еще до открытия шотландских растений ботаник Ф. Боуэр предположил, что по происхождению листьев все высшие растения делятся на две группы. У одних листья образовались путем слияния боковых ответвлений осей, а у других – за счет мелких иглоподобных выростов (эмергенцев), в которых позже сформировалась жилка, соединявшаяся с осевым проводящим пучком. Эта концепция нашла косвенное подтверждение в шотландских находках. Из астероксилона с ветвящимися тонкими проводящими пучками можно вывести побег плауновидных с листьями второго типа. Из горнеофита (по сходству в строении споранги-

¹ «Природа», 1979, № 11. С. 40–49.

ев) мог образоваться спороносный побег мохообразных. Из риний выводили примитивные прапапоротники, а из них – папоротники и членистоствельные; от папоротников (или прапапоротников) – семенные растения. Эти представления сложились в 30–40-х годах в результате изучения многих растений, преимущественно девонского и каменноугольного возраста, но ключевым звеном построенного филогенетического древа были шотландские псилофиты.

Новый этап изучения псилофитов начался в 60-х годах, когда индийский палеоботаник Д.Д. Пант предложил новую интерпретацию природы риний². Он считал, что два вида риний – в действительности лишь разные фазы жизненного цикла одного вида. Как известно, у высших растений одна фаза жизненного цикла половая (гаметофит), а вторая – бесполовая (спорофит). Гаметофит, развивающийся из споры, имеет вид маленького растения с мужскими (антеридии) и женскими (архегонии) половыми органами. Затем из оплодотворенной яйцеклетки вырастает спорофит – т.е. растение папоротника, хвоща или плауна, которое несет спорангии со спорами. По мнению Панта, *R. major* – спорофит, а *R. gwynne-vaughanii* – гаметофит одного и того же вида растений. Таинственные вздутия на осях второго вида Пант интерпретировал как спорофиты, только начавшие развиваться из оплодотворенной яйцеклетки и еще связанные с телом гаметофита. Такие же молодые спорофиты на гаметофитах встречаются и у современного псилофа (*Psilotum*). Пант нашел на срезах побегов нечто вроде архегониев.

Таким образом, вся реконструкция риний Кидстона и Лэнга была поставлена под сомнение. Прежде всего это коснулось спороношения. Пересмотр коллекции Кидстона и Лэнга, а также изучение новых материалов показали, что ни в одном случае не видно связи осей, несомненно относящихся к *R. gwynne-vaughanii*, и спорангиев. В коллекции Кидстона и Лэнга было пять спорангиев, которые, по их мнению, принадлежали этому виду. Это мнение было обосновано довольно своеобразно. Все пять спорангиев мельче, чем известные у *R. major*, у которой и оси крупнее, чем у *R. gwynne-vaughanii*. Палеоботаники приписали мелкому растению и мелкие спорангии – заключение явно несостоятельное. К тому же, как отметил Пант, из этих пяти спорангиев один явно недозревший, другой не содержит спор и, возможно, даже не спорангий, третий может принадлежать любому из трех родов. На шлифе с одним из спорангиев сохранилась любопытная этикетка: «Спорангий *Asteroxylon*», а затем карандашом «? *Rhynia*». Значит, уверенности в том, кому принадлежит этот спорангий, не было и у Кидстона и Лэнга.

Из других аргументов Панта в пользу того, что оба вида ринии – разные фазы жизненного цикла, упомянем еще только одно. В осях предполагаемого гаметофита без очевидных следов разложения, с прекрасно сохранившейся клеточной структурой он нашел тонкие трубки,

² Pant D. D. «Proc. Summer—Da rjeeling». June 1 – 15. 1960. P. 1962.

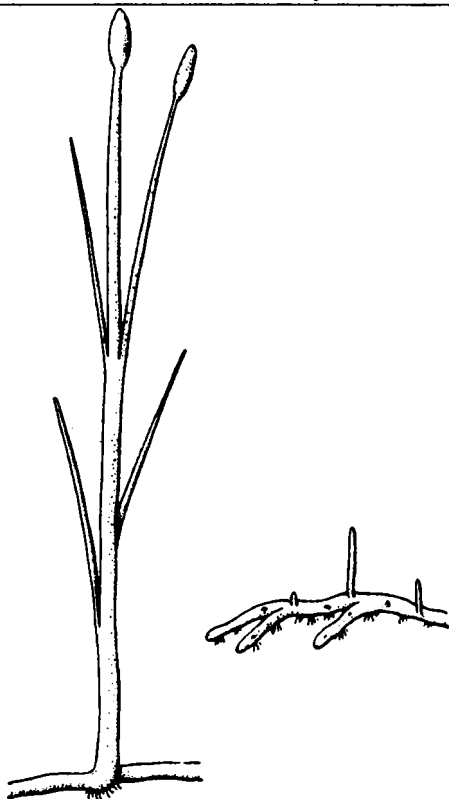


Рис. 1. Реконструкция прижизненного облика риний, если принимать гипотезу, что *Rhynia major* (слева) – спорофит, а *R. gwynne-vaughanii* (справа) – гаметофит одного и того же вида растений

от оси большого диаметра отходят более тонкие оси, а иногда при ветвлении оси делятся натрое (рис. 1).

В 20-х годах, сразу после публикаций о шотландских находках, палеоботаники более внимательно отнеслись к известным девонским растениям. В частности, они снова обратились к псилофитону, описанному Д. Доусоном еще в 1859 г. Предложенная им реконструкция псилофитона до сих пор фигурирует в учебниках и популярных изданиях. Сомнения в правильности его реконструкции возникли уже в прошлом веке и с тех пор высказывались неоднократно. В 1967 г. Ф. Хьюбер и Х. Бэнкс ра-

очень сходные с гифами грибов, прорастающих клетки корневищ и гаметофитов современного псилофита. Обнаружились и другие следы симбиоза с грибами, такие же, как в гаметофитах современных споровых растений. Показательно, что стелящиеся оси *R. gwynne-vaughanii* найдены в большом количестве лишь в нижней части слоя вместе с водорослями и ракообразными, а выше располагаются остатки других растений. Таким образом, по мнению Панта, гаметофит риний стелился по влажной поверхности грунта или под поверхностью. От гаметофита отходили воздушные побеги, на которых потом развивались спорангии.

В конце 60-х годов французский палеоботаник И. Лемуань подтвердил наблюдения Панта и получил срезы осей *R. gwynne-vaughanii* с сечениями структур, очень похожих на архегонии³. Кроме того, он более тщательно изучил ветвление осей риний и показал, что правильная дихотомия осей встречается у них довольно редко. Чаше можно видеть, как

³ Lemoigne Y. «Bull. Soc. bot. France». 1970. Т. 117.

зыскали коллекцию Доусона в музее Макгилльского университета в Монреале и внимательно ее изучили⁴. Они привлекли и дополнительные коллекции, собранные в том же месте, где был найден псилофитон.

Результат исследований был обескураживающий. Доусон объединил в своей реконструкции остатки двух, а, может быть, и трех совершенно разных растений. На его реконструкции были нарисованы стелящиеся по грунту оси, от которых поднимаются густо покрытые эмергенцами воздушные оси, кверху становящиеся голыми и заканчивающиеся спорангиями. Хюбер и Бэнкс нашли спорангии и сбоку, которые сидели на покрытых эмергенцами осях. Эти два типа спорангиев сильно отличались друг от друга. Кроме того, и анатомическое строение голых и покрытых эмергенцами осей оказалось совсем разным. Что касается остатков, которые Доусон принял за стелящиеся оси псилофитона, то детали их строения изучить не удалось, но они, во всяком случае, отличаются от прочих осей. Обычно такие остатки относят к роду *Taeniocrada*.

По правилам номенклатуры название псилофитон (*Psilophyton*) было оставлено за растениями с голыми осями и верхушечными спорангиями. Оси с эмергенцами и боковыми спорангиями (рис. 2, а) позже получили название *Sawdonia* (это анаграмма из написания фамилии Доусона).

Недавно Х.Бэнкс суммировал накопившиеся данные по псилофитам⁵ и предложил новую их классификацию на различные группы, из которых можно было гипотетически вывести остальные высшие растения. Эти группы различаются по строению и расположению спорангиев, анатомическому строению осей и некоторым другим признакам. Наиболее характерным представителем одной группы была принята риния. Соответственно вся группа получила название *Rhyniophitina* (риниофи-

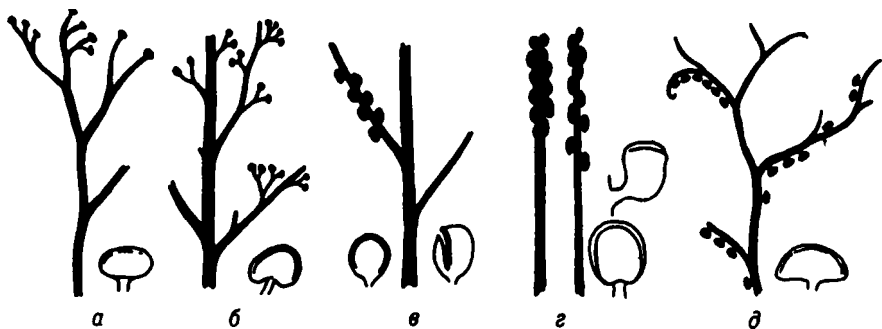


Рис. 2. Расположение на побеге и облик спорангиев у разных раннедевонских проптеридофитов: а – *Sawdonia*, б – *Zosterophyllum*, в – *Gosslingia*, г – *Cooksonia*, д – *Renalia*

⁴ Hueber F.M., Banks H.P. «Taxon». 1967. V. 16, № 1.

⁵ Banks H.P. «Taxon». V. 24, № 4. 1975.

ты). Спорангии здесь верхушечные и вытянуты вдоль оси. Проводящий пучок в осях округлый, причем созревание проводящих древесинных клеток (трахеид) шло от периферии пучка к центру. Такая древесина называется эндархной. Вторая группа сходна с риниофитами по строению спорангиев и эндархной древесине. Но сама древесина, как и вся система осей, здесь развита значительно сильнее. Хорошо выделяется главная ось растения с сидящими на ней боковыми ветвями, которые иногда располагались уже в правильном порядке вокруг главной оси. Плодущие ветви несли целые гроздья спорангиев. Эта группа получила от Бэнкса название тримерофиты (от рода *Trimerophyton*, описанного К. Хоппингом из нижнего девона Канады). У этого рода боковые оси отходят от главной оси по трое. По существу, тримерофитовые уже очень близки к наиболее примитивным прапапоротникам.

Наконец, третья группа была названа зостерофиллофитами по роду *Zosterophyllum* (рис. 2, б), который был описан тоже из нижнедевонских отложений Шотландии еще в прошлом веке. Открывший его Д.Пенхаллоу отметил в названии сходство с современной морской травой зостерой (покрытосеменное растение). У зостерофилла спорангии собраны в группы на верхушках осей, где они располагаются в два ряда или сидят по спирали и прикрепляются к оси сбоку с помощью короткой ножки. Они отличаются от спорангиев риний и тримерофитов тем, что они вытянуты поперек и имеют на дальней от оси стороне устройство для вскрытия. Примерно так же устроены и спорангии *Sawdonia*, рода, вошедшего в ту же группу растений. У некоторых родов этой группы оси были голыми, как у зостерофилла, но спорангии были разбросаны по всему растению (*Gosslingia*, рис. 2, в). У других (*Crenaticaulis*) были группы спорангиев, но не на верхушках осей, а в средней части, причем в разных местах.

К тому времени, когда Бэнкс предложил свою классификацию псилофитов, появились новые данные и об астероксилоне. Английский палеоботаник Э. Лайон провел обстоятельные раскопки в Абердине. Он нашел, что у астероксилона спорангии прикрепляются к побегу сбоку, между эмергенцами⁶, в отличие от реконструкции Кидстона и Лэнга. Теперь астероксилон выглядел весьма похожим на *Sawdonia*, хотя и отличался звездчатым сечением проводящего пучка. С учетом строения спорангиев астероксилон можно принять за наиболее примитивное плауновидное. В современных классификациях его и включают в эту группу в качестве предковой формы.

В 1964 г. в Эдинбурге для участников Международного ботанического конгресса была устроена экскурсия в Абердин. Палеоботаники – участники экскурсии – собрали образцы и развезли их по домам. Американисту Д.Эггерту достался кусок с большим количеством остатков *Homoeophyton*. Результаты своих исследований он опубликовал только в 1974 г.⁷

⁶ Lyon A.G. «Nature». 1964. V. 203, № 4949.

⁷ Eggert D.A. «Amer. J. Bot.». 1974. V. 61, № 4.

Надо заметить, что шотландские кремни, хотя и прекрасно сохранили анатомическую структуру запечатанных в них растений, но трудно поддаются изучению. Обычно палеоботаники избегают делать петрографические шлифы. Ведь при этом приходится разрезать образец на тонкие пластинки. Алмазные пилы, даже самые тонкие, безвозвратно уничтожают все вдоль распила. К тому же получить распилы очень близко друг от друга не удастся. Поэтому используют другой метод. Готовят пленочные оттиски. Делают главный распил. Потом поверхность выравнивают и травят кислотой, растворяющей породу, но не трогая органическое вещество растительного остатка. Стенки клеток вылезают над поверхностью травления. Ее покрывают растворителем пленки, а сверху на лужицу растворителя накладывают саму пленку, которая должна быть прозрачной и достаточно тонкой. Растворитель быстро схватывает пленку и растворяет обращенный к распилу слой. После высыхания растворителя пленка намертво схватывает высунувшиеся стенки клеток. Сняв высохшую пленку с травленной поверхности, получают почти идеальный анатомический срез, в котором можно видеть все необходимые детали клеточной структуры. Такие пленки можно снимать в любом количестве, десятками на один миллиметр толщины породы. Сравнивая последовательные пленки, можно в деталях проследить все участки растительного остатка.

К сожалению, этот метод оказался непригодным при изучении шотландских кремней, так как органическое вещество растений в них после травления крошится, и вся структура разрушается еще до того, как удастся наложить пленку. Поэтому Эггерт поступил иначе. Он выбрал подходящие экземпляры, видные на распиле, и стал постепенно шлифовать породу. Время от времени он ставил пришлифованную поверхность под микроскоп, покрывал специальной синтетической смолой и покровным стеклом. В отраженном свете можно было наблюдать все нужные детали, а фотоаппарат регистрировал стадии шлифования. Результат был неожиданным. Эггерт подтвердил, что в спорангиях *Horneophyton* была осевая колонка стерильной ткани, но сами спорангии оказались ветвящимися, ветвилась и колонка внутри них.

В 60–70-х годах были детально изучены и другие древнейшие высшие растения. Насколько же прояснили все эти наблюдения проблему происхождения высших растений в целом и главных их групп? Прежде всего, подтвердились прежние догадки, что плауновидные стоят особняком среди прочих высших растений. Эту группу через растения типа астероксилон можно вывести из зостерофиллофитов, но происхождение этих последних еще неясно. Зостерофиллофиты появляются в самых низах девона в уже вполне сформированном виде. Подтвердились и предположения, что от растений типа риний можно вывести наиболее примитивные прапапоротники. Промежуточным звеном между риниями и прапапоротниками вполне могут быть тримерофиты, в том числе и псилофитон. Некоторые тримерофиты, особенно сам тримерофитон и недавно



Рис. 3. Реконструкция внешнего облика тримерофитового протеридофита *Pertica* из верхней части нижнего девона штата Мэн (США); длина изображенной части побега около 90 см (по Э. Касперу и Г. Эндрюсу)

описанный род *Pertica* (рис. 3), уже очень сходны с прапапоротниками.

Самостоятельность риниофитов и зостерофиллофитов наводит на мысль, что разные группы высших растений имеют независимое происхождение. Возникает пресловутая проблема полифилии. Однако так ли уж независимы эти две группы? Если сравнивать их наиболее характерных представителей, то разница между ними действительно велика. Но известны и формы, промежуточные по набору признаков. Одна из них куксония (*Cooksonia*, рис. 2, г) – древнейшая из всех известных высших растений, описана Лэнгом еще в 1937 г. Недавно остатки, весьма сходные с этим родом, были найдены в породах лудловского яруса, второго от конца силурийской системы. По общему облику куксония похожа на ринию. Это дихотомически делящиеся голые оси со спорангиями на концах. Правда, у них нет и намека на главную ось и неизвестно деление осей натрое (как у риний). Отличаются и спорангии. Они вытянуты не вдоль, а поперек и этим сходны со спорангиями зостерофиллов. Недавно был описан род *Renalia* (рис. 2, д) из верхов нижнего девона Канады, поставивший палеоботаников в тупик⁸. Главная ось у реналии хорошо выражена, а спорангии напоминают как куксониевые, так и зостерофилловые. Сидят они небольшими группами на концах боковых веток. Фрагменты побега реналии вполне можно спутать с куксониями, что, возможно, и было в прошлом. Не ис-

⁸ Gensel P.G. «Rev. Palaeobot. and Palynol.». 1979. V. 22, № 1.

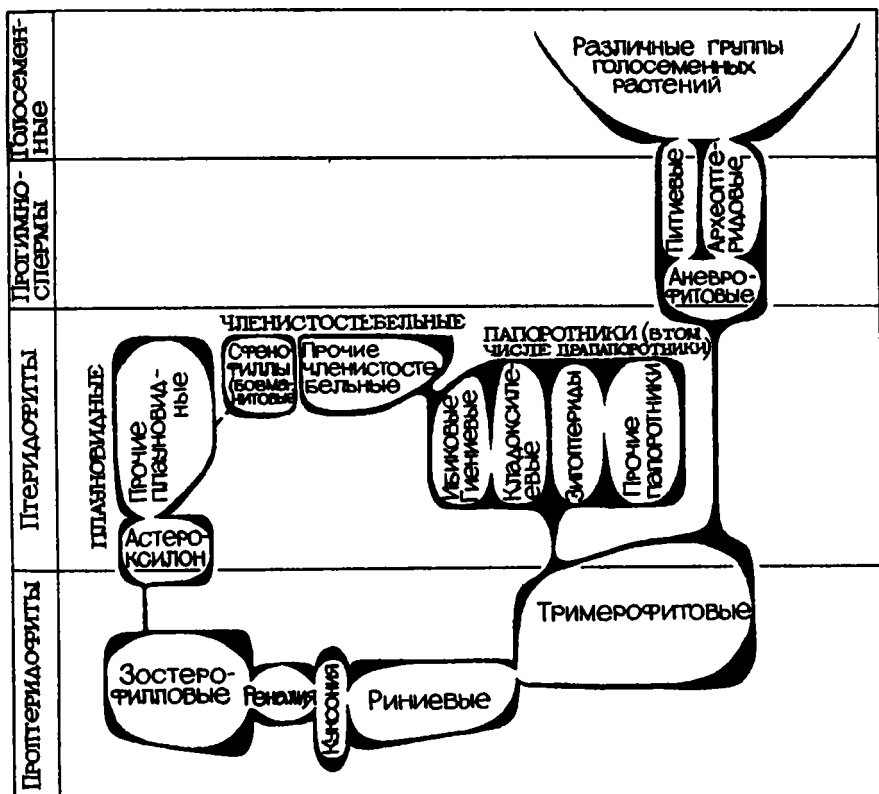


Рис. 4. Филогенетические соотношения проптеридофитов и их потомков в пределах проптеридофитового, птеридофитового, прогимноспермного и голосеменного уровней организации. По вертикальной оси схемы показана смена уровней организации от проптеридофитового до голосеменного. Многие систематические группы изображены как бы наполовину сросшимися и пересекающимися демаркационные линии уровней организации. Из схемы видна особая филогенетическая роль тримерофитовых, которые дают начало папоротникам и прогимноспермам. Последняя группа совмещает черты птеридофитов и голосеменных

ключено, что многие растения, описанные в литературе как куксонии, в действительности принадлежат к реналиям.

Сложившуюся ситуацию можно толковать по-разному. Учитывая существование переходных форм между риниофитами и зостерофиллофитами, а также ряд общих признаков между ними (например, строение

спор) можно вернуться к прежнему представлению о единой группе псилофитов, в свое время отвергнутому Бэнксом. Возможен и иной вариант. Обе группы действительно самостоятельны, но в каждой из них проявились некоторые общие структурные тенденции, породившие переходные формы. Иными словами, в обеих группах независимо появились терминальные и боковые спорангии. Параллелизм мог проявиться и в других признаках. Этот второй вариант весьма вероятен, но пока в его подтверждение трудно привести убедительные аргументы. Этому препятствует, в частности, отсутствие данных об анатомическом строении осей реналии.

Так или иначе, имеющихся данных недостаточно, чтобы отдать предпочтение одному из вариантов. Если исходить из соображений удобства пользования классификацией, то приходится отдать предпочтение первому варианту и оставить в классификации единую группу этих древнейших растений. Дело в том, что уже описано довольно много родов, разместить которые по группам, установленным Бэнксом, мы пока не можем. Не все нужные признаки удалось у них изучить. Если принять предложение Бэнкса, эти роды не найдут своего места в системе. Нельзя закрывать глаза и на то, что из растений типа куксонии в принципе можно вывести и ринии, и зостерофиллы.

Если ввести в классификацию одну группу, то возникнет проблема ее названия. Мы очень привыкли к названию «псилофиты», распространенному в литературе. Правда, в последние годы его потеснило нomenclатурно более правильное название «риниофиты». Однако по ряду причин и у этого названия обнаружились существенные недостатки. Поэтому автором настоящей статьи было предложено название «проптеридофиты», в котором отражено представление, что эти древние растения являются предками «птеридофитов», т.е. тех высших споровых растений, в жизненном цикле которых доминирует спорофит (папоротники, членистостебельные, плауновидные и др.). Можно попытаться нарисовать филогенетические отношения проптеридофитов и их потомков, учитывая палеоботанические данные последних десятилетий (рис. 4).

Новые данные не подтверждают когда-то выдвигавшуюся гипотезу о происхождении членистостебельных (хвощеобразных) от «псилофитов» (т.е. проптеридофитов). Возможно, что членистостебельные, с филогенетической точки зрения, – сборная группа растений. Основная часть их, видимо, произошла от своеобразных прапапоротников. Сфеофилловые, или бовманитовые, членистостебельные, как недавно предположили бельгийские палеоботаники М. Ферон-Демаре и М. Стрил, скорее связаны филогенетически с плауновидными. Однако эта гипотеза еще нуждается в обстоятельной проверке.

Что касается происхождения самих проптеридофитов, то палеонтологическая летопись об этом полностью умалчивает. Самые древние остатки этих растений происходят из верхов силура. Спускаясь вниз по геологическому разрезу, мы находим остатки спор, часть из которых того же облика, что и в спорангиях проптеридофитов. Эти споры найдены в

морских отложениях, но замечено, что их количество увеличивается в породах, отлагавшихся ближе к берегу. Эти факты что-то могут сказать о времени происхождения высших растений (едва ли это было раньше конца ордовика – начала силура), но ничего не говорят о предках. Здесь по-прежнему остается широкое поле для различных умозаключений, и единственное, что могут сделать желающие выявить предка высших растений, это сравнивать с «проптеридофитами» разные группы водорослей.

В таких сравнениях обычно исходят из предположения, что какие-то водоросли (чаще всего сейчас называют зеленые и бурые) постепенно вылезали на сушу и в ходе этого процесса обретали черты высших растений. Появление остатков проптеридофитов в верхнесилурийских и особенно нижнедевонских отложениях нередко принималось за свидетельство выхода растений на сушу. Однако едва ли это так. Есть немало прямых и косвенных данных о том, что чуть ли не все известные нам проптеридофиты – водные или полуводные растения. Будь они наземными, мы бы не находили их остатков. Палеоботаники хорошо знают, что наземные травянистые растения, как правило, не попадают в захоронения. Ведь для этого они должны попасть в воду до того, как сгниют после смерти. Поэтому мы находим в четвертичных отложениях массу пыльцы полыней и злаков, но почти никогда не находим других остатков этих растений. Поэтому же обычные реконструкции девонских пейзажей, где по берегу рассажены ринии и их современники, скорее всего только вводят людей в заблуждение. Те же ринии, судя по остаткам разнообразных и водорослей в шотландских кремнях, жили в обстановке сильно обводненного болота.

Если так, то возникает проблема, почему мы не видим в геологической летописи преобразования водорослей в водных же или полуводных проптеридофитов. Ведь это должно было происходить на мелководьях, где благоприятны условия для ведения геологической летописи. Возможно, все дело в том, что появление массовых остатков псилофитов в верхнесилурийских–нижнедевонских породах документирует не выход растений на сушу, а возвращение их в воду. Появились же наземные растения раньше, и это событие отмечено появлением спор в более древних толщах. Вполне возможно, что на сушу выбрались настоящие водоросли и, уже сидя на берегах, приобрели облик высших растений. Кстати, палеоботаникам известны весьма странные водоросли, которые имели толстую кутикулу и споры, сходные со спорами высших растений. Правда, эти водоросли встречаются в более молодых слоях девона. По-видимому, к ним принадлежат орестовии, образующие в Кузбассе прослой угля. Их долго относили к псилофитам, и эта ошибка обнаружилась только недавно.

* * *

В этой статье рассмотрены лишь те растения, которые лучше всего знакомы ботаникам и знание которых особенно важно для понимания ранней эволюции высших растений. В верхнесилурийских и девонских от-

ложениях встречается немало других растений, детальное изучение которых еще впереди и которые могут пролить свет на остающиеся проблемы. Пока не опрошены все доступные свидетели, едва ли стоит делать категорические выводы о событиях столь отдаленных эпох. Не исключено, что новые данные перечеркнут выводы, изложенные в этой статье. Здесь приходится помнить об уроке, данном палеоботаникам исследованиями последних 10–15 лет. Палеоботаники слишком доверяли внешнему облику растений и порой не утруждали себя применением сложной и трудоемкой техники исследования материала. Они не всегда заботились о точной датировке пород, вмещающих растительные остатки, и о современных методах восстановления той обстановки, в которой эти породы отлагались. Уроком из допущенных ошибок должна быть прежде всего осторожность. Выдвигать гипотезы, конечно, не предосудительно, но важно не принимать эти гипотезы за достоверные выводы из прямых наблюдений.

Ранняя история высших растений, приоткрывающаяся на силурийской и девонской страницах геологической летописи, еще готовит нам немало сюрпризов. Естественно, что предстоит еще много узнать не только об истории таксономических групп, но и о морфологическом прогрессе у растений. Все, касающееся эволюционной морфологии растений, осталось за рамками данной статьи. Отметим лишь, что без обращения к девонским растениям невозможно обсуждать происхождение листа, спорангиев разного типа, эволюцию проводящей системы и многое другое.

⁹ Рекомендуемая литература: Мейен С.В. Морфология проптеридофитов («псилофитов») // Бюл. МОИП Отд. биол. 1978. Т. 83, вып. 2.; Мейен С.В. Систематика, филогения и экология проптеридофитов // Бюл. МОИП, Отд. биол. 1978. Т. 83. Вып. 4.

ПЕРВЫЕ «СУХОПУТНЫЕ» РАСТЕНИЯ¹

В истории Земли было немало вех, значение которых для правильного прочтения ее летописи ясно каждому исследователю и которые, тем не менее так и остаются загадками. К ним относится и завоевание суши растениями. От зарождения жизни на Земле до появления первых лесов прошли миллиарды лет. Растительность вполне современного облика покрывала континенты всю кайнозойскую эру, была густой в мезозое и в конце палеозоя. Известны многочисленные остатки наземных растений и в девонском периоде. А раньше? Что было на суше в силуре, ордовике, кембрии и в еще более древние – докембрийские времена?

Почему-то заселение суши растениями далеко не всеми исследователями признавалось проблемой. Некоторым казалось, что не над чем ломать голову – растения вышли из моря на сушу, сначала заселив мелководья, а потом двинулись вдоль рек в глубь континентов. Но накопленные палеоботанические данные заставляют признать, что все было не так просто. Обратимся к добытым сведениям, но прежде попробуем представить палеогеографическую обстановку на Земле 430–390 миллионов лет назад².

* * *

Имеется несколько разных сценариев о «путешествиях» континентальных блоков в те далекие времена. Общее во всех реконструкциях (основанных на палеомагнитных данных) – обширный континент Гондвана (объединявший нынешние материки Южного полушария), северный континент Ангарида и лежащие вблизи экватора плиты Северной Америки, Гренландии и Европы, которые в начале девона соединились друг с другом.

На рубеже силура – девона некогда огромный океан Япетус, расположенный на севере современной Атлантики, оказался вытесненным. К началу девона континентальные плиты по обеим его сторонам почти сошлись и образовалось палеозойское море, по размерам сопоставимое с Сарматским морем неогена. После закрытия Япетуса на его месте и на сближавшихся плитах Северной Америки и Европы образовался громадный континент Древнего Красного Песчаника (Лавразия) с характерны-

¹ «Природа», 1989. №5. С. 17-20.

² Обсуждаемые в дальнейшем гипотезы о палеогеографической обстановке, выходе растений и животных на сушу опубликованы в кн.: Evolution and Environment in the Late Silurian and Early Devonian. L., 1985. Из нее же заимствованы и приводимые в статье рисунки.

ми красноцветными породами, которые сейчас распространены как в Европе, так и в Сибири.

Появление остатков высших наземных растений в отложениях конца силура всегда было заманчиво связать с первым заселением суши и этими растениями, и растениями вообще. Надо было лишь допустить, что в более ранних эпохах жизнь на континентах отсутствовала или еле теплилась. Но многие палеоботаники склонялись к мысли, что на суше сначала могли поселиться не высшие растения, а различные водоросли, грибы, бактерии, а вместе они были способны образовать наземные экосистемы. И та, и другая точки зрения до последнего времени были преимущественно умозрительными. На далекое прошлое экстраполировались данные более молодых, в числе современных, экосистем.

Эта стадия умозрительных реконструкций сейчас перешла в несравненно более привлекательную стадию исследования конкретных палеонтологических документов. Из них, видимо, наибольший результат дадут сведения о палеопочвах. До сих пор их изучали от случая к случаю и даже полученные результаты мало использовали при попытках объяснить заселение суши растениями. Сильным стимулом подобных работ я считаю исследования молодым американским палеоботаником Г. Реталляком палеопочв триаса и кайнозоя, особенно сравнительный анализ почвенных профилей разных эпох. Некоторые результаты сравнения – сложность и зрелость более молодых почв – можно было предвидеть. Но другие его результаты стали если не сенсацией, то немалым сюрпризом: в палеопочве позднего ордовика в штате Пенсильвания он обнаружил ходы каких-то животных, уходящие в глубь почвы с поверхности. Каким животным могли принадлежать эти ходы, пока неизвестно. Скорее всего, это были какие-то кольчатые черви (может быть, дождевые) или членистоногие. Но раз они жили на суше, им было чем питаться. Приходится допустить, что растительный покров, поддерживающий наземную фауну, существовал и до силура, т.е. в ордовике.

Что же это были за растения? Никаких крупных или даже микроскопических остатков растений в палеопочве не найдено, единственными следами могут считаться перекристаллизованные известковые трубчатые тельца. Реталляк считает, что они принадлежали каким-то несосудистым растениям – водорослям, поскольку в палеопочве нет их подземных частей. Выходит, ордовикская суша была заселена не высшими растениями, но тогда возникает вопрос о продуктивности водорослевой наземной флоры: могла ли она прокормить многоклеточных животных довольно внушительного размера? Мысль о происхождении высших растений от наземных водорослей, а не от водных высших растений, которые постепенно переселились на сушу, мне уже приходилось высказывать, позже эту версию поддержали Г. Стеббинс и Г. Хилл.

Сколь древней могла быть эта предполагаемая наземная несосудистая растительность? Скорее всего, ее «корни» уходят в конец архея – начало протерозоя: уже с раннего докембрия известны палеопочвы, а в од-



Рис. 1. Тетрада спор из отложений ордовика — силура на территории США (увел в 900 раз). По Дж. Грей

ной из них (возрастом около 2,4 миллиардов лет) С. Кемпбелл обнаружил органическое вещество. В докембрии приливно-отливная зона была заселена микроорганизмами, часть которых похожа на современные формы, живущие в наземных водорослевых корках. В. Райт считает, что в раннем палеозое уже могли существовать лишайники. Аскомицеты, т.е. именно те грибы, которые в большинстве случаев образуют симбиотические сообщества с водорослями у современных лишайников, известны по крайней мере с силура. Маты из низших растений способны связывать осадок, защищать поверхность суши от эрозии, хотя, конечно, не в такой мере, как сообщества растений с хорошо развитыми корневыми системами.

Интересные свидетельства о возможном растительном населении суши дают остатки спор, которые извлекают как из прибрежных отложений морей, так и из континентальных отложений. Дж. Грей выделяет три главных этапа развития древней наземной растительности. Первый начинается в середине ордовика, когда растения, продуцировавшие споры, впервые появились на суше. Эти древние споры сохранились в тетрадах (т.е. собраны по четыре), обтянутых общей оболочкой (Грей сравнивает эти остатки с тетрадами спор печеночников и мхов). Однообразие и обилие спор указывают на незначительное разнообразие материнских растений и в то же время на быструю колонизацию ими суши. На втором этапе — в середине или верхней части нижнесилурийских отложений — эти однообразные тетрады сменяются одиночными спорами, которые обликом напоминают споры высших споровых растений. В начале третьего этапа (середина верхнего силура) преимущественно гладкостенные споры сменяются спорами с более разнообразным орнаментом оболочки. Эти три этапа прослеживаются на достаточно большой площади — в Англии, Африке, Северной и Южной Америке. По Грей, второй и третий этапы, ясно выраженные в комплексах спор, очень слабо отразились в известных из силура макроостатках растений.

И, тем не менее американский палеоботаник Х. Бэнкс именно по макроостаткам выделил три зоны для верхов силура и низов девона. Для

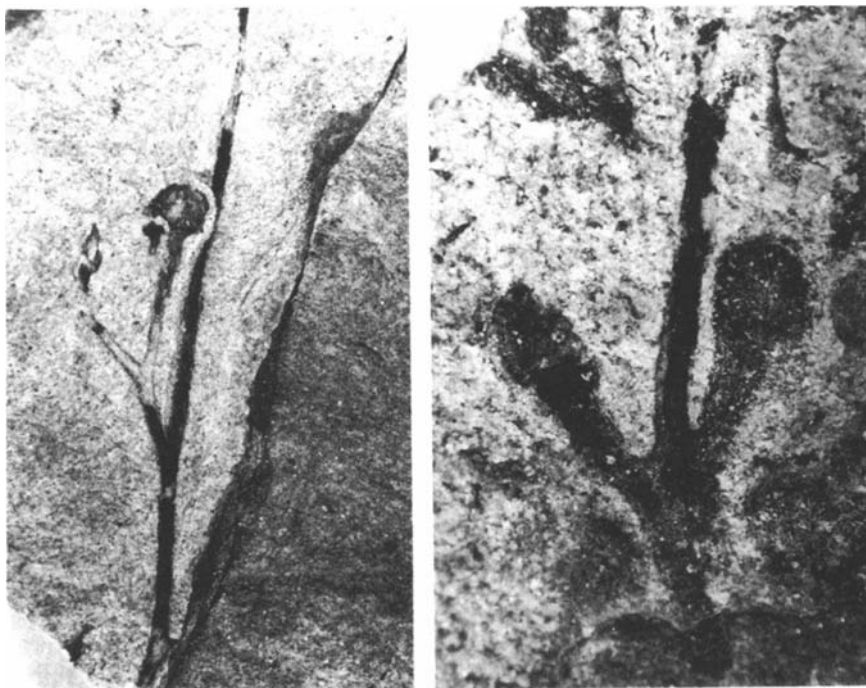


Рис. 2. Остатки высших (?) растений из раннедевонских отложений Южного Уэльса. Слева – растение со спорангиями на боковых веточках (увел. в 3 раза), справа – спороносный побег, разделенный натрое (увел. в 8 раз). По Д. Эдвардс и У. Фаннинг

первой зоны (два последних яруса, или века, силура) особенно характерен род *Cooksonia* – наиболее примитивное из известных сейчас высших растений. Его-то и помещают обычно в основание филогенетического древа всех высших растений. Во второй зоне (первый и половина второго яруса нижнего девона) типично растение *Zosterophyllum*, относящееся к группе, от которой, вероятно, произошли плауновидные. В третьей зоне (остальная часть нижнего девона) характерно растение *Psilophyton*, из группы тримерофитовых. Предполагается, что от этой группы произошли членистостебельные, папоротниковидные и семенные растения.

Как это часто бывает в палеонтологии, интенсивные поиски и тщательные исследования привели к находкам форм, которые раньше относили к более молодым отложениям. Но в целом никаких сенсационных данных не появилось. Растения древнейшей девонской флоры остаются весьма примитивными, и не ясно пока, какие из них можно безоговорочно отнести к высшим. Ведь в девоне найдены растения, в стеблях ко-

торых имеется проводящий пучок – типичный признак высших растений, сложенный, правда, не трахеидами, как у них, а вытянутыми клетками со своеобразным рельефом стенок; у куксоний и других примитивных растений из верхов силура – низов девона до сих пор не найдены устьица. Формы с такими неопределенными особенностями строения осторожности ради называют риниофитоидами: в водоросли их включать нет оснований, а к высшим растениям относить рискованно.

Судя по литологическим данным, эти растения жили в теплом или даже жарком климате (среднегодовая температура 16–20 °С) с сезонными дождями (100–500 мм в год). Вероятно, риниофитоиды жили непосредственно у уреза воды, образуя одновидовые заросли по берегам крупных, часто разливавшихся рек, но может быть, населяли мелководные временные бассейны – «пруды».

В более молодых отложениях нижнего девона (зигенского и эмского ярусов) встречается уже флора с довольно многочисленными родами и видами, та раннедевонская флора, о которой чаще всего пишут в учебниках, когда освещают историю древнейшего растительного мира. Места нахождения этих растений, иногда прекрасно сохранившихся, известны на всех континентах и хорошо изучены. Ясно, что это растения того времени, когда жизнь уже хорошо освоилась на континентах.

Сложилась ли у специалистов общая точка зрения на заселение суши растениями? Пока этого нет. Но гипотеза о том, что первыми ее освоили низшие растения, в частности водоросли, приобретает все больше сторонников.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ГЛАВНЫХ ГРУПП ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ¹

К научным проблемам, как и к достижениям, быстро привыкают. Сейчас никого не удивляют космические полеты. Мы привыкли и к тому, что наука разыскала документы о жизни, копошившейся миллиарды лет назад, что под микроскопом можно изучать остатки водорослей, ловивших солнечный свет в те времена, когда еще не было нынешних материков, а ночью на небе светили совсем другие созвездия. Успехи науки порождают вполне понятный оптимизм. Может быть, из-за него меркнет привлекательность, а иногда и загадочность многих явлений. Одно из них – эволюция жизни на Земле. Нам трудно отвлечься от давно выдвинутых и кажущихся правдоподобными гипотез, взглянув на них глазами неспециалиста. Сделав над собой такое усилие, мысленно вообразив собранные документы и на время отбросив объяснительные гипотезы, можно осознать величие совершившегося. В самом деле, забудем на время гипотезы о факторах и законах эволюции и посмотрим на жизнь вокруг во всем ее разнообразии и невообразимой сложности. А потом взглянем в микроскоп на запечатанные в кремне примитивнейшие существа, жившие два с лишним миллиарда лет назад, переберем изображения остатков, найденных в древнейших слоях. От этих круглых клеток и простеньких нитей жизнь прошла путь до нас с вами и окружающих нас деревьев, насекомых и зверей.

«Что же в этом удивительного?» – скажет эрудит, знакомый с эволюционной теорией, и перечислит факторы эволюции, расскажет о том, как складывались из одноклеточных форм многоклеточные, как началось образование тканей и органов и как, постепенно усложняясь, жизнь дошла до нынешнего многообразия и сложности. Так все, наверное, и было на самом деле. Только надо помнить, что степень действительного понимания последовательности всего происходящего, конкретных причин, способствовавших выживанию одних организмов и вымиранию других, еще очень невелика. Мера нашего незнания становится особенно очевидной, когда мы обращаемся к эволюции растений. Будучи сами животными, мы невольно прилагаем к органическому миру свою жизнедеятельность, свои потребности. Нам более понятны те, кто двигается в поисках пищи, умеет видеть и слышать. В растениях, как в электронном приборе, все детали стоят на местах. Рассуждая о растениях, мы привлекаем немало таких их свойств, которые могли вести эволюцию. Расте-

¹ «Актуальные проблемы биологической науки». М.: Просвещение, 1984. С. 128-165.

ния питаются, дышат, размножаются. Им необходимы место под солнцем и приспособления для переживания суровой зимы или засушливого лета. К сожалению, подобные перечни, даже самые детальные, мало помогают расшифровать последовательность изменений в растительном мире за миллиарды лет его существования. Ответы на главные загадки эволюции растений еще впереди.

ОТ УМОЗРЕНИЙ К ФАКТАМ

Для представлений об эволюции животных палеонтологические документы играли огромную роль. Ископаемые растения интенсивно изучались в те же годы, когда Кювье вел свои знаменитые исследования вымерших позвоночных. Тем не менее, влияние палеоботаники на теорию эволюции было гораздо менее существенным, чем палеозоологии. И наоборот, палеоботаники в общем стояли в стороне от эволюционных дебатов. Вскоре после «Происхождения видов» в 1859 г. распространилась мода, ставшая затем повальной, на рисование филогенетических деревьев. И снова она коснулась главным образом животных. Может быть, это связано с тем, что филогенетические построения в животном царстве подкреплялись как палеонтологическим, так и эмбриологическим материалом. Для понимания эволюции растений эмбриология мало что дает даже в наши времена. Да и палеоботаника в прошлом веке мало что могла сказать о филогении растений. Она знакомила исследователей с вымершими родами, но почти не показывала филогенетические связи между крупными группами растительного мира. Так или иначе, но филогенетические исследования в ботанике долго ограничивались сравнением современных форм. После того как были открыты механизмы размножения основных групп водорослей и высших растений, появилось представление, удержавшееся до наших дней, об общем направлении эволюции от водорослей к высшим споровым (плауновидным, членистостебельным и папоротникам), затем к голосеменным, а от них к покрытосеменным. Оно родилось практически без участия палеоботаники. Ископаемые растения скорее служили иллюстрацией, чем питательной средой филогении.

Положение постепенно меняется к концу прошлого – началу нынешнего века. Была расшифрована группа *птеридоспермов* («папоротников» с семенами). Они имели *папоротниковидные вайи*, несущие семена. Как будто бы появилось прямое доказательство происхождения голосеменных от споровых, организованных наподобие папоротников. Птеридоспермы можно было рассматривать связующим звеном между споровыми и голосеменными. Другой сенсационной новостью была расшифровка строения органов размножения *беннеттитов*, оказавшихся обоеполыми – многие мезозойские листья, считавшиеся цикадовыми, принадлежали беннеттитам. Поскольку неизвестны другие ископаемые

голосеменные с обоеполыми органами размножения, родилась гипотеза о происхождении покрытосеменных с их обоеполыми цветками от беннеттитов. Крупные, одиночные, подобные цветкам органы размножения беннеттитов, видимо, влияли на формирование представлений об эволюции покрытосеменных. Большинство ботаников до сих пор считает, что первые цветки были крупными, одиночными, подобными цветку магнолии.

Новая сенсация родилась, когда в 1917 г. были описаны девонские *псилофиты*, сохранившиеся до мельчайших деталей в кремнях Шотландии. Перед палеоботаниками предстали примитивнейшие безлистные растения с одиночными спорангиями на концах голых побегов. Они были как будто специально созданы, чтобы подтвердить гипотезу, ранее выдвинутую Г. Потонье и О. Линье, о происхождении всех высших растений от предков именно такого облика. В конце 20-х и в 30-х годах палеоботаника позволила предложить решение еще одной филогенетической загадки. Появилась возможность связать древнейшие палеозойские хвойные с палеозойскими *кордаитами*, неплохо изученными еще в прошлом веке. Были сделаны и описания растений, как будто связывающих псилофиты с моховидными, плауновидными, членистостебельными и папоротниками.

Благодаря палеоботаническим данным удалось существенно конкретизировать основные вехи в эволюции высших растений. С псилофитами, подобными ринии, связывали развитие моховидных, с одной стороны, и плауновидных, членистостебельных и папоротников — с другой. Из примитивных папоротниковидных выводили голосеменные, у корней которых поместились *птеридоспермы*. Среди палеозойских голосеменных нашли возможных предков основных порядков современных голосеменных. Оставалось найти только предков покрытосеменных. После того как выдвинули гипотезу о происхождении плодолистика покрытосеменных путем недоразвития почки семеносного листа, в число главных претендентов на предка покрытосеменных вошли птеридоспермы, у которых семязачатки рассеяны по всей вайе.

Эта схема в различных вариантах, различающихся деталями, вошла в учебники. В целом она сохраняет свое значение и сейчас. Но ее содержание существенно изменилось благодаря исследованиям последних двух десятилетий и устранению большого количества частных ошибок.

ИСТОЧНИКИ ОШИБОК

Что же произошло в палеоботанике в последние десятилетия и почему с такой уверенностью можно говорить о допущенных в прошлом ошибках, полагая надежными современные данные? Не случится ли, что еще через двадцать лет и нынешние факты будут рассматриваться как курьезы и ошибки? Стоит ли перерисовывать филогенетические деревья, чтобы отправить их в корзину двумя десятилетиями позже? Для по-



Рис. 1. Спорангиофоры кладосилевого *Calamophyton* на реконструкции до микрораскопок (а) и после них (б): а – по Р. Крейзелю и Г. Вейланду; б – по Г.Н. Эндрюсу и С. Леклерк

исследования. На поверхности породы находили остаток растения, замечали вильчатые веточки, отходящие от стеблей, концы которых закрыты породой. Надо было счистить породу и вскрыть естественное окончание веточки. Этого часто не делали. В 50-х годах С.Леклерк впервые стала вести микрораскопки (рис. 1). Оказалось, что примитивное ветвление многих девонских растений – грубая ошибка наблюдателей. Благодаря совершенствованию техники и систематическому применению давно разработанных и новых методик обнаружили много ошибок в прежних наблюдениях. Требования к качеству исследований резко возросли. По одному лишь внешнему облику без знания тонкой структуры теперь никто не судит уверенно о систематическом положении и о филогенетическом значении найденных остатков.

Второй тип допущенных в прошлом ошибок касается интерпретации наблюдений. Вымершие растения поступают на стол палеоботаника в разобранном состоянии: листья, стебли, семена и другие части обычно теряют прижизненную связь. Мы знаем, что желуди, рассыпанные по земле, упали с дуба, так как мы видели ветки дуба с листьями и еще не опавшими желудями. Палеоботанику редко выпадает такой шанс. Чаще всего он или вообще не знает, как при жизни соединялись рассеянные в породе части, или устанавливает их соединение косвенными методами. И здесь необходима предельная осторожность. Степень корреляции частей у растений гораздо ниже, чем у животных. Кювье брался по одной кости восстанавливать облик животного. Но уже его современник Броньяр² понял, что у растений очень сходные по облику листья могут

добного скепсиса есть основания. Однако смысл настоящей науки в том, что, исправляя ошибки, она заботится о выявлении их источника.

Ошибки, допущенные палеоботаниками в прошлом, двоякого характера. Прежде всего это просто недочеты наблюдений, отчасти порожденные несовершенством техники

² Адольф-Теодор Броньяр, (Adolphe-Theodore Brongniart) – великий французский палеоботаник, основатель научной палеоботаники. А.Броньяр родился 14 января 1801 г. в Париже в состоятельной семье известного геолога и палеонтолога, соратника Ж. Кювье – Александра Броньяра. С 10-летнего возраста начал увлекаться наукой. До 1827 г. изучал медицину, в двадцать пять лет получил степень доктора медицины и не-

принадлежать организмам из совершенно разных групп. К сожалению, понимание этого не уберегло ни Броньяра, ни многих других палеоботаников, в том числе и наших современников, от грубых ошибок. Именно поэтому открытие птеридоспермов (папоротников с семенами) когда-то стало сенсацией, хотя задолго до этого приводились данные, что некоторые палеозойские растения с папоротниковой листвой скорее всего относятся к голосеменным. История повторялась неоднократно. И все же палеоботаники оказались не готовыми к открытию *прогимноспермов*, о которых речь будет позже.

Привычные корреляции частей всегда гипнотизировали и гипнотизируют палеоботаников. Но для того чтобы рисовать надежные схемы филогении, никто не имеет права включать в них растения, реконструированные недостаточно убедительно или известные по отдельным частям. Тем более недопустимо обсуждать историю систематических групп, беря за основу какие-то одни части и закрывая глаза на прочие, как нередко поступали. В списках растений мелового периода, составленных по определениям листьев, немало названий современных родов. На этом основании пришли к выводу, что эти роды просуществовали в растительном покрове со времен мелового периода, а их происхождение надо искать в гораздо более древних отложениях. Это «осовременивание» меловых покрытосеменных привело к мысли о появлении этой группы на Земле задолго до мела, может быть даже в перми. Мало кого смущал факт отсутствия наряду с такими листьями соответствующей пыльцы, плодов, цветков, хотя можно было предположить, что листья меловых растений лишь внешне похожи на листья растений из современных родов.

Встречались и противоположные ошибки, когда представители одной группы оказывались в разных частях системы растений. Палеоботаники с трудом допускали, что в группе, известной лишь по немногим представителям, могут быть достаточно разнообразные листья, пыльца, древесина и т. п. Например, долго не признавалась возможность встретить среди папоротниковидных и птеридоспермов растения с толстыми стволами, сложенными мощной древесиной.

которое время преподавал на медицинском факультете Парижского университета. Одновременно активно занимался ботаникой и палеоботаникой. С 1833 г. — профессор ботаники и физиологии растений Парижского университета. В 1834 г. был избран действительным членом Французской Академии. В 1843 г. стал директором Ботанического Сада, в 1852 г. — генеральным инспектором (General-Inspecteur) Парижского университета. Скончался в Париже 18 февраля 1876 г. (Ред.)

ПЕРВЫЕ ВЫСШИЕ РАСТЕНИЯ

Если с учетом перечисленных требований к конкретному фактическому материалу обратиться к филогении высших растений, она приобретет такой вид. Прежде всего обнаружится, что филогенетическое древо растений не имеет корней. Первые остатки достоверных высших растений с проводящими пучками, составленными *трахеидами*, и *спорангиями* на концах голых осей (род *Cooksonia* – рис. 2 а) встречены в середине силурийских отложений. Ниже по разрезу силура встречаются рассеянные в породе споры с трехлучевой щелью, вполне похожие на споры высших растений (рис. 3). Однако нельзя исключать, что хотя бы часть этих спор



Рис. 2. Девонские прогимнофиты и их спорангии: а – *Cooksonia*; б – *Renalia*; в – *Sawdonia*; г – *Zosterophyllum*; д – *Gosslingia*

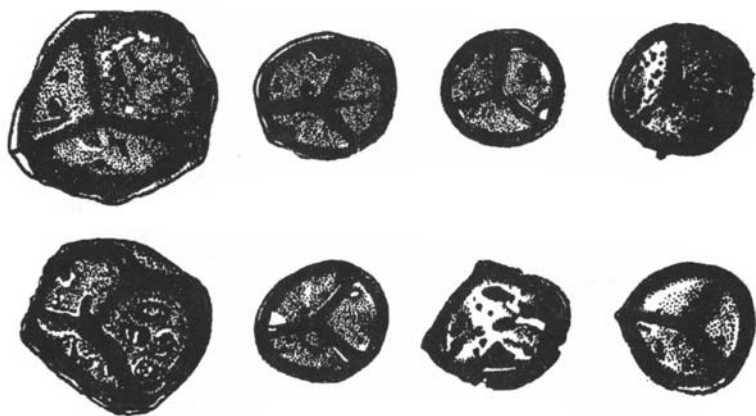


Рис. 3. Споры из силура Ливии (по Д.Б. Ричардсону и Н. Иоаннидес)

принадлежала водорослям (сходные споры находили в спорангиях своеобразных девонских водорослей). В более древних отложениях не найдены водоросли, которые хотя бы гипотетически можно было связать родством с высшими растениями. При довольно хорошей изученности морских водорослей силура и ордовика отсутствие таких находок, видимо, не случайно. Оно наводит на мысль, что переход от водорослей к высшим растениям совершался не в процессе выхода водорослей на сушу, а в наземных условиях, где в те времена еще не велась геологическая летопись³.

Помимо *куксоний* в верхах силура встречаются и другие растительные остатки, но они плохо изучены. В то же время в верхах силура – низах девона встречаются уже довольно разнообразные трехлучевые споры. *Палинологи* – ученые, изучающие споры и пыльцу растений, – относят их более чем к 20 родам. Можно полагать, что разнообразие высших растений уже было немалым, но большая часть растений этого времени не попадала в захоронения. Надо учитывать и осложняющие моменты. Во-первых, часть спор могла принадлежать водорослям. Во-вторых, между родами, определяемыми по дисперсным спорам, и родами, устанавливаемыми по целым растениям, нет прямого соответствия. Споры одного палинологического рода могут принадлежать разным естественным родам, далеко отстоящим в системе, а могут характеризовать лишь часть естественного рода. Но исходить из того, что в силуре не встречались другие высшие растения, помимо *куксоний*, и ставить именно этот род в основание всей филогении высших растений нельзя. Правда, все известные растения верхов силура – низов девона сходны с *куксониями* по общему облику и анатомическому строению: голые оси, простое дихотомическое или боковое ветвление при сохранении ширины осей в ходе ветвления, простое (протостелическое) строение проводящего пучка, отсутствие корней. Вероятно, предки высших растений имели близкий набор признаков.

К сожалению, данные об анатомическом строении высших растений силура – низов девона очень скудны. Неизвестно и расположение элементов древесины в проводящих пучках. Такие данные есть лишь для встречающихся выше (но еще в нижнем девоне) растений. Особенно важен род *Zosterophyllum* (рис. 2, г), у которого древесина созревала от периферии к центру проводящего пучка (*экзархная протостела*), а спорангии были почковидными и раскрывались поперечной щелью. Они располагались по спирали или двумя рядами вблизи верхушки оси, образуя подобие колоска. Спорангии *куксоний* изучены хуже. Возможно, они были сходного строения, но поперечная щель у древнейших представителей рода неизвестна. В конце силура появились растения, спорангии которых сидели на концах осей (как у *куксоний*), но были эллиптическими и, возможно, раскрывались продольной щелью. Таким обра-

³ Более подробно о возможной ситуации этого времени см.: Мейен С.В. Следы трав индейских. М.: Мысль, 1981.

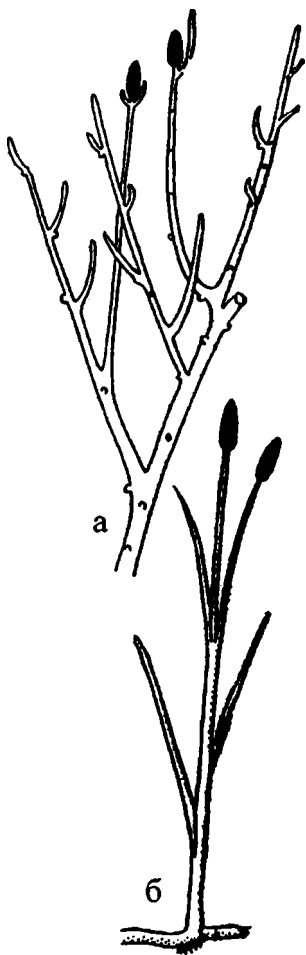


Рис. 4. Реконструкция риний из нижнего девона Шотландии: а — *Rhynia gwynn-waughanii* (по Д.С. Эдвардсу); б — *Rhynia major*

зом, в раннем девоне обозначились две группы высших растений с разными спорами, так и по строению, так и по расположению.

Первая группа, в которую входит *Zosterophyllum*, включает также формы, переходные к плауновидным. У них на стеблях образовались выросты, которые у части родов лишены проводящего пучка. У рода *Asteroxylon* ответвления осевого проводящего пучка подходят к основанию выростов, но не входят в них. У некоторых родов проводящие пучки входят в выросты. Эти выросты рассматриваются как примитивные листья. Параллельно происходит смещение спорангиев из бокового положения на стебле на верхнюю поверхность листа. Такие растения уже могут считаться настоящими, хотя и примитивными плауновидными. Ведущая к ним от *зостерофиллов* последовательность родов обычно считается филогенетической. Весьма вероятно, что плауновидные произошли примерно таким же путем. Однако надо помнить, что все эти роды были встречены в близких по возрасту отложениях и, возможно, существовали одновременно.

Подобная ситуация характерна для филогении высших растений. Есть некий набор родов, которые можно расположить в ряд и наблюдать постепенное формирование группы. При этом часто оказывается, что предки и потомки такого ряда встречаются в отложениях одного возраста и даже в одних и тех же захоронениях. Поэтому подобные ряды скорее можно использовать для понимания предположительного направления эволюции данной

группы растений, но не ее действительной эволюции.

Вторая группа девонских растений объединяет формы типа *Rhynia* (рис. 4). Для нее характерны верхушечные спорангии, которые у риний раскрывались продольной щелью с помощью особого механизма из специализированных клеток. У ринии и близких к ней форм созревание трахеид в проводящем пучке шло от центра к периферии.

Первоначально обе группы этих раннедевонских растений отличались очень четко по строению и расположению спорангиев и строению проводящего пучка. Поэтому они были возведены в ранг самостоятельных отделов (*Zosterophyllophyta* и *Rhyniophyta*). Сейчас обнаружилось, что некоторые роды, которые по своим признакам занимают как бы промежуточное положение между обеими группами. Кроме того, существует немало объединяющих обе группы признаков. Поэтому есть смысл говорить лишь об одном отделе *Propteridophyta* (обычно используется менее удачное название *Rhyniophyta*). Вопрос об объединении риниевых и зостерофилловых в один отдел принципиален. От его решения зависит, считать ли те высшие растения, которым дали начало проптеридофиты (псилофиты), монофилетической или дифилетической группировкой. Если относить риниевых и зостерофилловых к разным отделам, исчезает одна предковая группа, пусть в ранге отдела, из которой выводятся прочие отделы. Что касается происхождения самих риниевых и зостерофилловых, то об этом возможно никто никогда не узнает, если действительно ранние стадии их эволюции избежали захоронения. Соответственно, нельзя ничего сказать, есть ли у зостерофилловых и риниевых общий предок. Хорошо видны черты сходства и различия между ними. Принципы филогенетической систематики требуют отделить черты сходства, унаследованные от общего предка, от тех, что развились независимо, параллельно. В данном случае эта задача неразрешима, так как вообще неизвестно происхождение спорангиев, спор, трахеид, устьиц и других структур, характерных для проптеридофитов. Этот пример хорошо показывает соотношение систематики и филогении не в теории, а на практике, когда речь идет о высших таксонах и когда геологическая летопись хотя и не полна, но располагает достаточным разнообразием организмов.

В отдел проптеридофитов можно включить еще одну группу – тримерофиты. Они сходны с риниевыми по строению и расположению спорангиев, но по ряду признаков более продвинуты. У них ясно выделяется главная ось и отходящие от нее боковые оси; спорангии занимают верхушечное положение на дихотомических осях, но сами такие оси собраны на отдельных ветках, которые по анатомическому строению отличаются от стерильных. У наиболее продвинутых тримерофитов боковые ветки отходят от главной оси в определенном порядке – ярусами (рис. 5), пучками по три. Проводящий пучок в спороносных осях иногда эллиптический в сечении и напоминает проводящие пучки примитивных папоротниковидных.

Можно предположить, что тримерофитовые произошли от риниевых и, в свою очередь, дали начало папоротниковидным. Действительно, между высшими *тримерофитовыми* и примитивными папоротниковидными трудно провести четкую грань. Есть и роды, занимающие промежуточное положение между обеими группами. Выводя тримерофиты

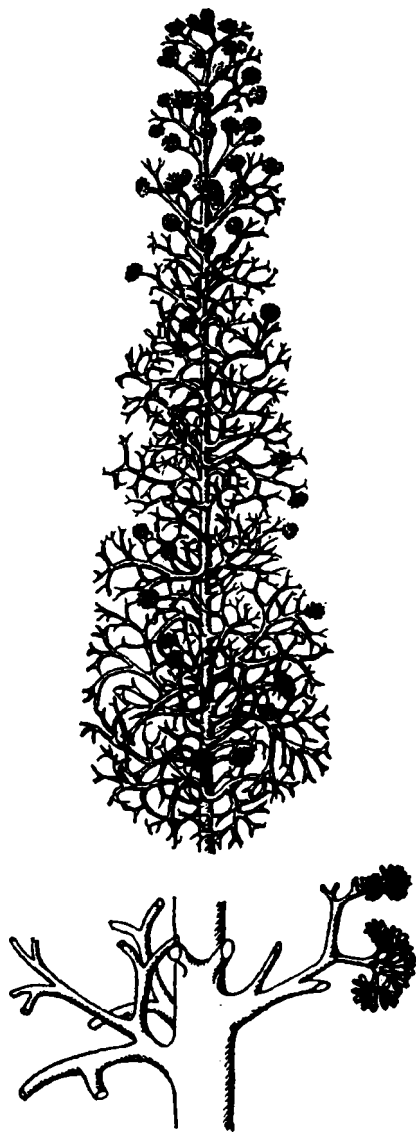


Рис. 5. Реконструкция тримерофитового *Pertica* из нижнего девона США (по Э. Касперу и Г.Н. Эндрюсу)

из риниевых, не следует забывать, что сам род *Rhynia* известен в более молодых отложениях, чем некоторые тримерофитовые.

Прежде чем рассказывать о потомках тримерофитовых, рассмотрим недавние находки гаметофитов девонских растений. Еще в 30-е годы найдены своеобразные растения, имеющие вид распростертых розеток с вздутиями на концах веточек. Эти растения называли *Sciadophyton* и выделили в особое семейство. Затем похожие растения были описаны как печеночники, близкие к маршанциевым. Опираясь на исследования последних лет В. Реми, Г.-Й. Швайцера и других немецких палеоботаников, можно предварительно заключить, что эти розетки — *гаметофиты* каких-то растений, возможно разных. Есть данные, что это гаметофиты зостерофиллов. Возможно, такие же (или сходные) гаметофиты имел род *Horneophyton*, иногда рассматриваемый в составе особого класса. У этих растений спорангии вильчатые, а споровмещающая полость пронизана колонкой стерильной ткани. Предполагаемые гаметофиты этих растений имели вид чаши на ножке. На верхней стороне чаши располагались половые органы — архегонии и антеридии.

ОТ ТРИМЕРОФИТОВЫХ К ДРУГИМ СПОРОВЫМ

Часть примитивных папоротниковидных, близких к тримерофитовым, принадлежит к классу прогимноспермов. Они были известны еще с прошлого века, но самостоятельность и своеобразие этой группы растений осознали лишь недавно. История открытия прогимноспермов драматична и поучительна. В прошлом веке из верхнедевонских отложений описали род *Archaeopteris* с перистыми вайями, несущими ромбические или рассеченные на доли перышки. Некоторые перья имели вместо перышек пучки спорангиев. Затем выяснилось, что археоптерис – гетероспоровое растение. Его отнесли к особому порядку и поместили среди прапапоротников.

В 1911 г. М.Д. Залесский описал из верхнего девона Донбасса стволы с хорошо сохранившейся древесиной. Он назвал их *Callixylon* и отнес к кордаитовым (голосеменные), руководствуясь сходством в строении древесины: она массивная (известны стволы диаметром до 1,5 м), сложена трахеидами, такими же, как у кордаитовых и некоторых хвойных. Незадолго перед войной американский палеоботаник Ч.Арнольд высказал гипотезу, что *Archaeopteris* и *Callixylon* – не самостоятельные роды, принадлежащие разным классам, а части одних и тех же растений, т. е. вайи *Archaeopteris* сидели на стволах *Callixylon*. Гипотеза промелькнула, не задерживаясь в умах палеоботаников. В 1960 г. она неожиданно подтвердилась, когда Ч.Бек, соотечественник Арнольда, нашел эти части в прижизненной связи. Сочетание прапапоротниковых вай и стволов голосеменного типа показалось некоторым палеоботаникам настолько диким, что даже возникли подозрения, не мистификация ли это. Поэтому предложение Бека выделить этих кентавров в особый класс прогимноспермов прошло мимо внимания авторов многих учебников.

Систематика и морфология растений не были подготовлены к этому открытию. Прогимноспермы ломали сложившиеся каноны и заставляли перекраивать систему и филогению высших растений в очень важном звене. Здесь все произошло совсем иначе, чем в случае с птеридоспермами, беннеттитами и псилофитами. Открытие птеридоспермов хоть и было сенсационным, но удачно дополнило уже существующие системы. Оно давало возможность соединить папоротники и голосеменные филогенетической связью. Открытие беннеттитов давало пусть слабую, но возможность заполнить промежуток между голосеменными и покрытосеменными. Ринии и другие псилофиты позволили нарисовать полную часть филогенетического древа высших растений. Естественно, что сомнений в правильности интерпретации найденных остатков не возникало. Уместно напомнить, что вывод о принадлежности семян папоротниковидным листьям (у птеридоспермов) был сделан по весьма косвенным признакам. Прикрепления семян к вайям не видели, а положились лишь на то, что на семенах и вайях, встречавшихся порознь, есть одина-

ковые булавовидные железки. Реконструкция «цветка» беннеттитов, как потом выяснилось, была ошибочной. При реконструкции риний и других псилофитов также допущено немало ошибок, например, неправильно реконструирован род *Asteroxylon*, вошедший во все учебники. К его осям пририсовали спорангии совсем других растений. Встречалось немало и других подобных ошибок.

Принадлежность *Archaeopteris* и *Callixylon* одним и тем же растениям доказывалась весьма обстоятельно, но тут палеоботаники и ботаники стали вдруг очень осторожными и придирчивыми. Даже в учебниках, вышедших через 10–15 и более лет после открытия Ч. Бека, о прогимноспермах нередко не упоминалось ни слова, а *Archaeopteris* оставался среди прапапоротников.

Сейчас уже никто из специалистов по девонским растениям не сомневается в правоте Бека. Изучение многих образцов доказало единство *Achaeopteris* и *Callixylon*. Была введена техника микрораскопок для прослеживания в породе сложно ветвящихся побегов. После применения этих и других методов быстро выяснилось, что прогимноспермы – крупная и широко распространенная группа растений, представители которой закономерно изменяются вверх по геохронологической шкале.

У самых примитивных прогимноспермов ветвление осей еще более упорядоченное, чем у тримерофитовых. Намечается уплощение конечных веточек. Спорангии собраны на специализированных ветвях. Первичная древесина в сечении треугольная, крестовидная или иного контура, в углублениях которого образуется у древнейших форм немного, а у более молодых все больше вторичной древесины. У высокоорганизованных прогимноспермов в центре древесинного цилиндра появляется сердцевина, по периферии которой расположены пучки первичной древесины. Ее ответвления уходят в перышки. Параллельно с этими анатомическими преобразованиями увеличивалась степень уплощенности вай, которые постепенно приобретали папоротниковидный облик.

К сожалению, и здесь, как и в случае проптеридофитов, нет возможности расположить конкретные роды вдоль веток филогенетического древа. Но в общем картина получается цельной. Самые примитивные формы появляются в начале среднего девона. Для второй половины среднего девона характерны более продвинутые, уже гетероспоровые формы, еще не имеющие папоротниковидных стерильных вай. В начале верхнего девона появляются формы (рис. 6), перышки которых хотя и располагаются по восходящей спирали (винту), но распростерты в одной плоскости.

У наиболее продвинутых прогимноспермов сходство с голосеменными проявляется и в тонкой структуре спор. Ее изучают с помощью ультратонких срезов и трансмиссионного электронного микроскопа. У высших растений внешний слой споровой оболочки (*экзина*) состоит из химически очень устойчивых веществ, благодаря чему тонкая структура сохраняется в ископаемом состоянии. Иногда (например, у некоторых

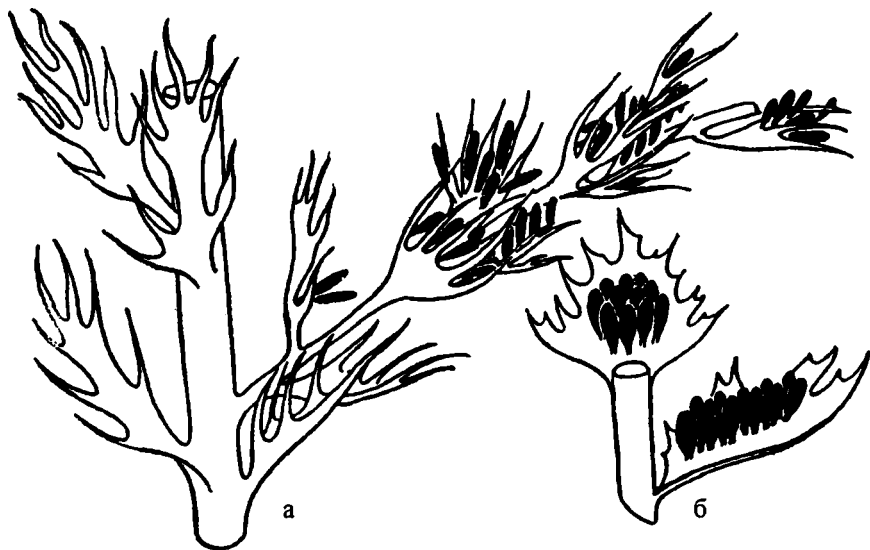


Рис. 6. Органы размножения верхнедевонских прогимносperms *Archaeopteris* (по Т.Л. Филлипсу, Г.Н. Эндрюсу, П.Г. Гензель и Ч.Б. Беку)

папоротников) экзина однослойная и гомогенная. У других растений экзина более сложная. У эволюционно продвинутых прогимносperms, как и у многих голосеменных, она состоит из двух главных слоев – внутреннего, сложенного тонкими, местами соединяющимися пластинками (как слоеное тесто), и внешнего, сложенного сросшимися, полыми внутри тельцами. Структура внутреннего слоя называется *ламелярной*, а второго – *гранулированной*.

У некоторых *Archaeopteris* спорангии сидят на боковых веточках пера и отделены от стерильных перышек. В других случаях спорангии развиваются на недоразвитых перышках и иногда прикрепляются к их вогнутым пластинкам. Дальнейшее преобразование такого отчасти стерильного, а отчасти спороносного перышка могло привести к появлению первых семязачатков.

Прогимносperms трудно отграничить не только от тримерофитов, но и от наиболее примитивных папоротников, что неплохо аргументирует филогенетическую связь этих групп. Правда, у папоротников нет вторичной древесины (она независимо от прогимносperms появляется у некоторых более поздних папоротников карбона). Среди древнейших папоротников, иногда объединяемых в группу прапапоротников, известны два главных типа анатомического строения стеблей. У первого типа (порядок *зиготеридиевых*) проводящий пучок в стебле один и имеет эллиптическое или разной степени расчлененности сечение. От

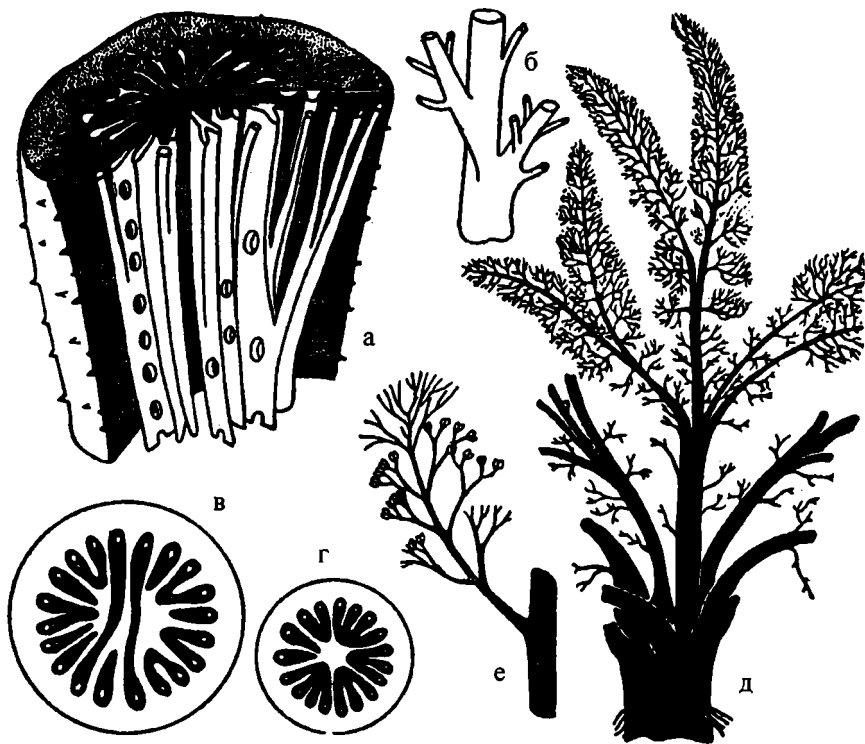


Рис. 7. Кладоксилеевые среднего девона: а — организация проводящей системы *Rhymokalon*; б — общий вид стебля того же растения (по С.Э. Шеклеру); в—е — *Pseudosporochnus*: в, г — расположение древесины в ветвях разной толщины; д — реконструкция верхней части ствола с ветками; е — реконструкция спороносной веточки (по С. Леклерк и Х.П. Бэнксу)

таких прапапоротников, по-видимому, произошли все более поздние папоротники. У другого типа (порядок *кладоксилеевых*, рис. 7) в стебле проходит несколько, иногда много проводящих пучков. Такое строение, видимо, произошло путем постепенного расчленения центрального пучка. Сначала образовалась многолучевая в сечении структура, затем в лучах появились лакуны, заполненные основной тканью (паренхимой). Параллельно стала закладываться сердцевина. Увеличение лакун и разрастание сердцевины привели к возникновению множества соединяющихся время от времени пучков, которые позже расположились правильными циклами.

Зигоптеридиевые папоротники в большом количестве и разнообразии появляются лишь в карбоне. Можно проследить, как у них постепенно развиваются перышки, типичные для папоротников, причем этот

процесс совершался независимо от прогимноспермов и позже, чем у них. Независимо произошел и переход спорангиев на пластинку перышка. У высших зигоптеридиевых встречаются спороносные перышки с настоящими *сорусами*, аккуратными группами спорангиев. Сразу в нескольких линиях стенка спорангиев становится однослойной, возникает устройство для вскрытия спорангия – кольцо. Судя по имеющимся данным о карбоновых и пермских зигоптеридиевых, переход от них к современным группам папоротников шел параллельно сразу в нескольких линиях. Последние представители зигоптеридиевых вымерли в перми.

Судьба кладоксилеевых папоротников менее ясна. Их непосредственные потомки среди более высокоразвитых папоротников неизвестны. Однако вполне можно связать ранних кладоксилеевых с древнейшими членистостебельными. Любопытен исторический курьез. Два рода, относимые сейчас к кладоксилеевым, – *Calamophyton* и *Hyenia* – первоначально помещались в группу прачленистостебельных. На стеблях *Calamophyton* наблюдались разреженные поперечные ребра, которые интерпретировались как узлы. Спороносные веточки сидели на осях почти супротивно, и это рассматривалось как примитивная мутовчатость. Более детальные исследования 60-х годов показали, что ребра, принимавшиеся за узлы, всего лишь трещины, заполненные породой. После тщательных микрораскопок спороносные веточки (см. рис. 1) оказались очень сложными структурами, мало похожими на спороносные части членистостебельных. Главным же было открытие анатомического строения *Calamophyton*, которое оказалось кладоксилеевого типа. Оба рода перекочевали в кладоксилеевые папоротники.

Удивительным событием было описание рода *Ibyka*, который по одним признакам сходен с кладоксилеевым, а по другим – с членистостебельным. Поэтому можно предполагать возникновение членистостебельных от кладоксилеевых. Правда, этот переход не прослежен на конкретных родах.

Проблема происхождения членистостебельных осложнена еще тем, что среди них ясно выделяются две группы. К одной относятся современные вощи, палеозойские *каламостахиевые* и некоторые другие растения. Эти членистостебельные имеют сердцевинную полость, вокруг которой располагаются проводящие пучки. Их протоксилема обращена к сердцевине. Другая группа включает палеозойские *бовманитовые*, у которых нет полости в стеблях, а древесина монолитная, в виде треугольной призмы с протоксилемой вдоль ребер, т. е. обращенной в сторону коры. Побег наиболее древних бовманитовых с короткими ребристыми междоузлиями напоминают некоторые плауновидные с длинными мутовчато расположенными листовыми подушками. У некоторых девонских плауновидных древесина в стебле звездчатая (хотя и не треугольная) в сечении, с протоксилемой на концах лучей. Есть сходство в строении листьев и расположении спорангиев между девонскими плауновидными и древнейшими (верхнедевонскими – раннекаменноугольными

ми) бовманитовыми. В том случае, если бовманитовые филогенетически связаны с плауновидными, членистостебельные могут рассматриваться как гетерогенная группа.

Помимо рассмотренных групп, палеоботаники открыли и другие, по-видимому, нацело вымершие группы высших споровых. Некоторые из них имеют необычные сочетания признаков, что дополняет представления об общих эволюционных тенденциях у растений. Например, *барринофитовые* напоминают зостерофилловые по строению и расположению спорангиев, но они, хотя бы частично, гетероспоровые. Микро- и мегаспоры развивались у них вместе в одном и том же спорангии. Одни материнские клетки спор в спорангии давали начало многочисленным микроспорам, а другие – редким мегаспорам. Возможно, что так же, путем дифференциации спор одного спорангия, появилась гетероспоровость у прогимноспермов и, может быть, членистостебельных. Размежевание мега- и микроспорангиев произошло в ходе эволюции позже.

ДРЕВНЕЙШИЕ ГОЛОСЕМЕННЫЕ

В филогении голосеменных растений связь между ними и высшими прогимноспермами пока непосредственно не прослежена. Древнейшие семязачатки найдены изолированно от несущих веток в самых верхах девона (рис. 8, а). Описавшие их американские палеоботаники В. Джиллеспы, Г. Ротуэлл и С. Шеклер пока не дали им латинского названия. Мы их будем называть гэмпширскими, по названию вмещающей их свиты Гэмпшир Западной Вирджинии (США). Они сохранились очень хорошо и еще не отделились от сильного расчлененного вместилища – *купулы*. Каждая из четырех долей кувулы несет по одному семени. Доли кувулы уплощены и венчаются четырьмя пальцевидными отростками. Внешний покров семени – *интегумент* – не слитный, как у семян более поздних голосеменных, а разделен на верхушке на лопасти. Пыльцу принимала не верхушка интегумента, а трубчатый выступ – *сальпинкс* на верхушке *мегаспорангия* – *нуцеллуса*. Семена радиально-симметричные (*радиоспермические*), что немаловажно для филогенетических построений. Как выглядели другие органы этих древнейших голосеменных, пока неясно. Вместе с кувулами найдены фрагменты папоротниковидных перьев.

Также в США из несколько более молодых отложений, включающих американскими палеоботаниками еще в девон (в СССР отложения этого возраста считаются уже карбоновыми), найдены другие семена и кувулы (рис. 8, б). По общей организации они похожи на гэмпширские, а различия между ними сейчас не имеют для нас значения. В отложениях того же возраста, но уже в Ирландии были найдены семена без кувул (рис. 8, в). Они сильно уплощены и, видимо, были билатерально-симметричными (*платиспермическими*).

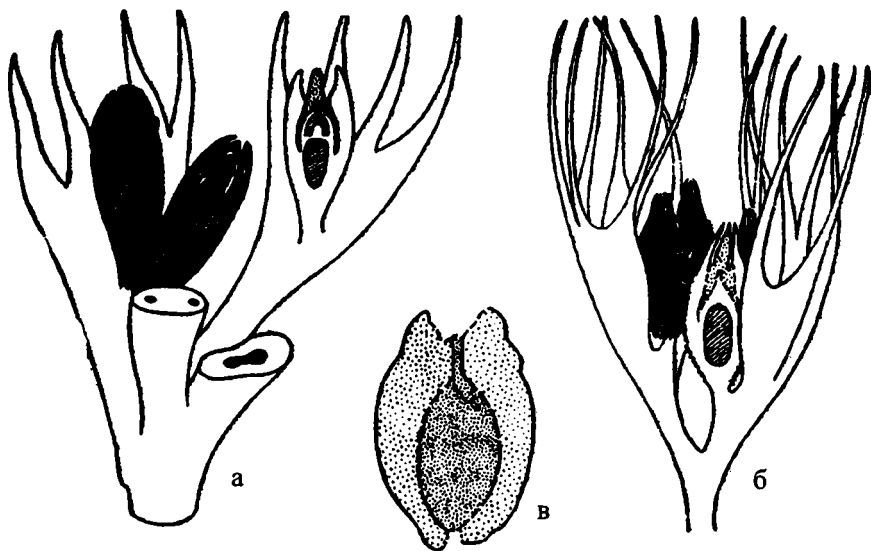


Рис. 8. Древнейшие семена из верхнего девона (а) и переходных толщ от девона к карбону США (б) и Ирландии (в): а – реконструкция «гэмпширских» семян (по У.Г. Джиллспи, Г.У. Ротуэллу и С.Э. Шеклеру; семена зачернены, слева одно семя показано в разрезе, правое семя и часть купулы убраны); б – реконструкция *Archaeosperma* (по Д.М. Петтиту и Ч.Б. Беку); семена зачернены, одно семя показано в разрезе; в – отпечаток

В раннем карбоне количество и разнообразие голосеменных резко увеличиваются. Об этом можно судить по находкам многочисленных и разнообразных семян и захороненных вместе с ними стеблей (иногда это толстые стволы) и листьев, сохраняющих папоротниковидный облик. Нижнекарбоновые семена, имеющие билатеральную симметрию, и толстые стволы с массивной древесиной долго относили к кордаитовым – вымершему порядку голосеменных. Затем выяснилось, что это – остатки других голосеменных, обычно называемых птеридоспермами. Более того, когда удалось выявить прижизненную ассоциацию стволов, веток, семян, мужских органов размножения и листьев, оказалось, что сама группа птеридоспермов, вошедшая во все учебники и руководства по систематике голосеменных, – сборная. Растения, отнесенные к группе птеридоспермов, принадлежат к двум разным классам с разной эволюционной судьбой.

Один из этих классов к нашему времени почти вымер. К нему относится живое ископаемое – гинкго двулопастный и, может быть, род эфедра (его систематическое положение остается неопределенным). В мезозое и палеозое этот класс, называемый *гинкгоопсиды*, процветал. Наиболее

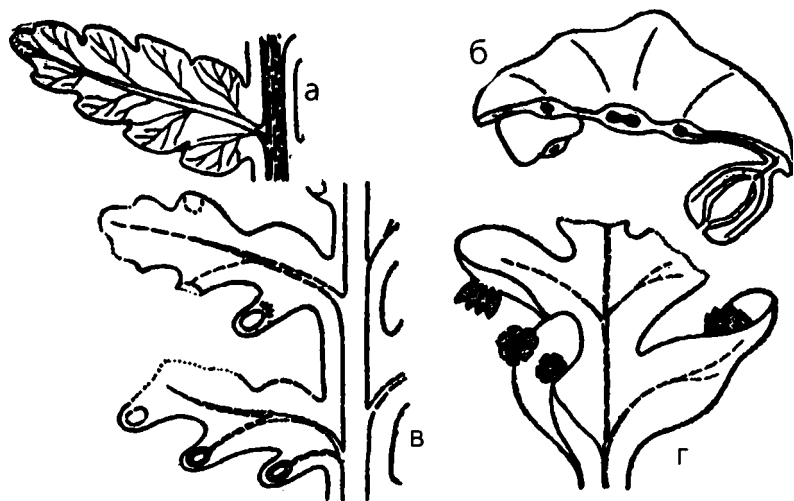


Рис. 9. Карбоновые голосеменные порядка Callistophytales: а – вегетативное перо; б – реконструкция прикрепления семян *Callospermation* к перышку (по Г.У. Ротуэллу); в – семеносное перо *Dicksonites* с опавшими семенами, оставившими на видоизмененных перышках овальные рубцы; г – мужские синангии *Callandrium* на неизмененных перышках (по Б.М. Стилду и Д.У. Холлу)

древние гинкгоопсиды достоверно известны лишь с раннего карбона, но, возможно, они существовали и в конце девона. Отличительная черта гинкгоопсид – билатерально-симметричные семена, которые с самого начала не облекались купулами, а сидели на ветвящихся осевых органах. В среднем карбоне семена гинкгоопсид (порядок *каллистофитовых*) помещались на вайях с несколько редуцированными перышками по сравнению с вегетативными *вайями* (рис. 9). Семеносные листья каллистофитовых найдены еще в начале века и отнесены к птеридоспермам. Считалось, что у всех птеридоспермов семена сидят на обычных по виду листьях, хотя таких птеридоспермов не так уж много. Мужские органы каллистофитовых по внешнему облику очень похожи на вайи мараттиевых папоротников. На обычных или слабо измененных перьях на нижней стороне листовой пластинки помещаются звездчатые *синангии* (агрегаты сросшихся спорангиев) с одномешковой пылью. Стебли каллистофитовых были описаны еще в прошлом веке и ошибочно отнесены к кордаитовым. У потомков каллистофитовых – порядка *Peltaspermales*, известного в перми и мезозое, мужские и женские вайи все больше и больше изменяются и все меньше напоминают листья. Образуются собрания грибовидных, овальных, чашевидных и иных семеносных органов (рис. 10, а–г). Некоторые из них напоминают купулу каменноугольных голосеменных (рис. 10, г), но имеют совершенно иное

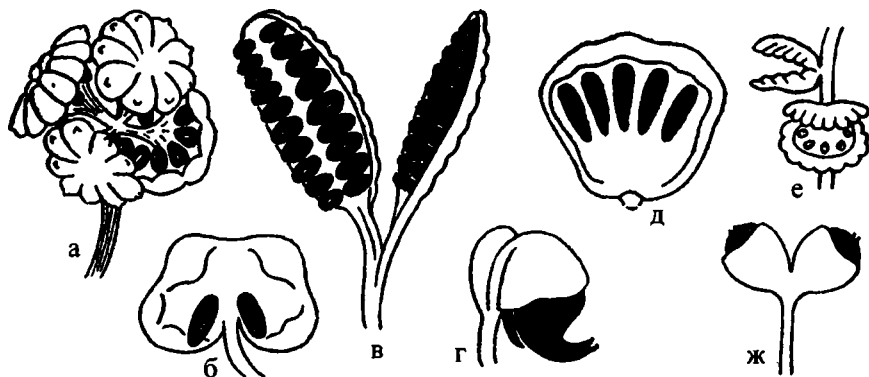


Рис. 10. Семеносные органы растений порядков Peltaspermales (а–г), Leptostroboales (д–е) и Ginkgoales (ж): а – *Peltaspermopsis* из верхней перми Европейской части России; б – *Peltaspermum* из траса Южной Африки (по Д.Р.Таунроу); в – *Stiphorus* из верхней перми Европейской части России; г – *Pilophosperma* из траса Южной Африки; д – *Leptostrobus* из юры Сибири, вид створки изнутри; е – то же, положение двустворчатых семенных капсул на оси; ж – современный гинкго, молодые семязачатки, семена (семязачатки) зачернены

происхождение. Иногда вместители семян почти нацело замыкаются, так что наружу высовываются лишь кончики семян.

Детальное изучение пермских и мезозойских пельтаспермовых ясно показало, что этот порядок дал начало трем группам мезозойских голосеменных, а именно: гинкговым, лептострбовым и кейтониевым. У гинкговых, в том числе у современного гинкго, от семеносного листа остается жалкий остаток – небольшой валик («воротничок»), подстилающий каждое семя (рис. 10, ж). Лептострбовые сохранили семеносную пластинку. У них образовались своеобразные двустворчатые капсулы, заключающие семена внутри (рис. 10, д, е). В некоторых случаях пыльца, видимо, попадала не прямо в семязачатки, а на краевую кайму капсулы, покрытую многочисленными сосочками, где и прорастала, как на рыльце пестика цветковых растений. Семена кейтониевых прятались в кувшиноподобных капсулах.

Вторая крупная группа голосеменных, объединяемая в класс *цикадопсид*, столь же древняя. Здесь семена радиально-симметричные и располагаются в купулах. Цикадопсид с многосемянными купулами было немного (таковы гэмпширские растения), и они быстро вымерли. Но еще до этого они успели дать начало растениям с односемянными купулами, как радиально-, так и билатерально-симметричными. Эти две дочерние группы дожили до наших дней и в обеих семена претерпели сходные преобразования, главное из которых – превращение купулы во внешний интегумент. Доли купулы все сильнее срастались и подтягивались к от-

верстию семени (*микропиле*), постепенно формируя замкнутый покров с собственным микропиле, который начал функционировать так же, как прежний интегумент. Этот, в свою очередь, утратил свои функции приема пыльцы, все сильнее срастался с нуцеллюсом и, наконец, полностью соединился с ним, удержав свою радиально-симметричную проводящую систему. В обеих линиях этот процесс завершился еще в карбоне. Одна линия, где купула была радиально-симметричной, дала начало порядку *Trigonocarpaceles* (*тригонокарповые*). Здесь семена, как и у гинкгопсид, вскоре оказались на облиственных вайях. То же произошло со временем и с синангиями, причем некоторые из них были поразительно сложно устроены и имели пыльцу до 600 микрон в поперечнике. Эта пыльца хорошо видна невооруженным глазом.

Дальнейшая эволюционная судьба тригонокарповых в палеоботанической летописи прямо не прослеживается. Однако можно полагать, что тригонокарповые еще до своего вымирания в поздней перми дали начало двум крупным группам голосеменных – *цикадовым*, дожившим до наших дней, и *беннеттитовым*, вымершим на рубеже мезозоя и кайнозоя вместе с динозаврами. В линии, ведущей к цикадовым, произошло такое же, как и у гинкгопсид, преобразование семенных листьев в органы, мало напоминающие листья. Иногда это были купулоподобные вместилища, а иногда, в том числе у большинства современных цикадовых, развивались органы, похожие на семенные чешуи хвойных. Как образовались органы размножения беннеттитовых, внешне напоминающие цветки, совершенно непонятно. Считают, что современные гнетовые и вельвичиевые – возможные потомки тригонокарповых. Но более важна для филогенетики еще одна предполагаемая линия, идущая от тригонокарповых к современным цветковым.

У голосеменных с билатерально-симметричной купулой после образования внешнего ингумента проводящая система семян стала исчезать и в результате семена не отличались от семян гинкгопсид. Эти растения, как и растения предыдущей группы, имели блестящую филогенетическую судьбу. Сначала они дали начало кордаитовым (эту группу растений правильнее называть *кордаитантовыми*). Кордаитантовые широко распространились на палеозойских материках и были особенно многочисленны и разнообразны в позднем палеозое материка Ангарида, распадавшегося на месте нынешней Северной Евразии. Эти растения вымерли в конце перми, но еще в среднем карбоне от них произошли хвойные. Обе группы выделяют в особый класс *пинопсиды*. Эволюционная история хвойных заслуживает того, чтобы ей посвятить отдельный раздел.

В ПОИСКАХ ПРЕДКОВ НЫНЕШНИХ ХВОЙНЫХ

Кордаитантовые были крупными деревьями с длинными листьями, подчерченными параллельными жилками. Близость кордаитантовых к

хвойным очень велика. Существует даже мнение, что древнейшие хвойные из семейства лебахиевых следует перевести из хвойных в кордаитантовые. В 30–40-х годах шведский палеоботаник Р. Флорин детально изучил женские органы размножения кордаитантовых, а также различных пермских и мезозойских хвойных. Он показал, что семенные чешуи, слагающие женскую шишку, произошли от укороченных семяночных побегов. Каждый такой побег сидел в пазухе кроющей чешуи – *брактеи*. Такая структура наблюдается у кордаитантовых и лебахиевых. Далее, считал Флорин, стерильные чешуи семяночного побега слились в единую чешую. Семяножки сначала были независимыми от нее (у всех пермских и некоторых мезозойских хвойных семейства *вольциевых*), а затем слились с ней, так что семена стали прикрепляться непосредственно к чешуе. Брактее у одних хвойных оставалась свободной, что заметно у некоторых современных родов. У других хвойных она стала срастаться с семенной чешуей. У *таксодиевых* в зрелых шишках видна единая чешуя. В третьих случаях брактее разрасталась, а семенная чешуя редуцировалась, например, у современных *араукариевых*. Только у *тиссовых* семязачатки не связаны с семенными чешуями, а сидят на концах побегов. Поэтому Флорин отделил тиссовых от хвойных в самостоятельный порядок.

Построенное Флорином филогенетическое древо долго было лучшим филогенетическим построением в ботанике. В общем оно остается таким и сейчас, но с существенными поправками. Вскрылись важные ошибки Флорина. Он считал, что семяножки пермских и триасовых *вольциевых* свободные (рис. 11, в). Немецкий палеоботаник Г.-Й. Швайцер показал, что структуры, принятые Флорином за семяножки, – ребра на поверхности семенной чешуи. Семязачатки сидели прямо на чешуе, аналогичной чешуе современных хвойных (рис. 11, а, в). Затем автор этих строк обнаружил у нижнепермских предков *вольциевых* еще более примитивную семенную чешую (группа уплощенных и сросшихся в основании семяножек с прикрепленными ниже верхушки семенами; иногда семяножки сопровождалась стерильными чешуйками). Стало очевидно, что семенная чешуя хвойных произошла от слияния семяножек, а не стерильных чешуй.

Реконструкция филогенетического древа хвойных осложняется тем, что среди палеозойских и мезозойских родов встречаются «синтетические типы» – у них по-разному комбинируются признаки более поздних родов и семейств. Казалось бы, «синтетические типы» должны облегчить филогенетические построения, так как их можно расположить в местах расхождения линий, соответствующих сразу нескольким семействам. Тем не менее, этого не получается, поскольку сами «синтетические типы» дают возможность различных филогенетических реконструкций. Например, признаки *таксодиевых* есть и у юрского рода *Pararaucaria* (сосновые), и у триасового рода *Rissikia* (ногоплодниковые). По строению пыльцы можно было бы связать сосновых и ногоплодниковых, но их жен-

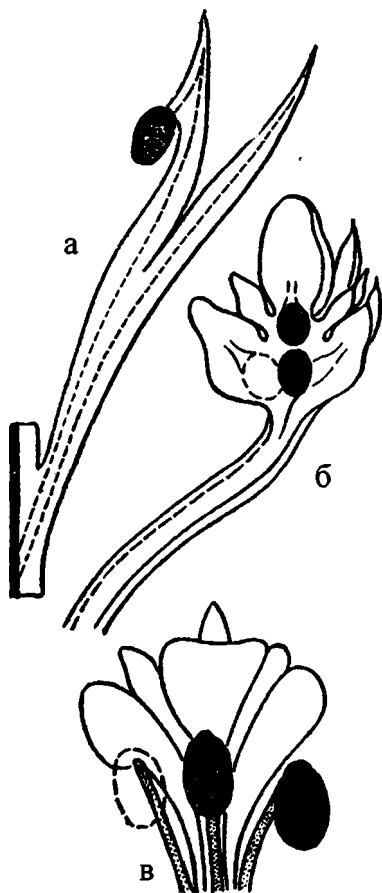


Рис. 11. Семенная чешуя *Pseudovoltzia* из верхней перми Западной Европы: а – вид в разрезе, пунктиром показаны проводящие пучки (по Г.-Й. Швайцеру); б – общий вид, два семени зачернены, одно показано пунктирной линией (по Г.-Й. Швайцеру); в – прежняя ошибочная реконструкция Р. Флорина

ские шишки резко различаются. По строению семенной чешуи устанавливают связи сосновых и таксодиевых, но пыльца у них настолько разная, что трудно вообразить общность происхождения обеих групп.

По-видимому, смешение признаков разных семейств в отдельных родах часто свидетельствует не столько о предковом положении этих родов, сколько о явлениях параллелизма. Многочисленные параллелизмы – второе и главное обстоятельство, осложняющее реконструкцию филогении хвойных. Как и в случае с другими высшими растениями (и вообще организмами), достоверно, что параллелизм широко распространен у хвойных. Не подвергается сомнению и то, что многие признаки унаследованы от предков и должны указывать на филогенетические отношения родов и семейств. Однако отличить параллельно возникшее сходство от унаследованного очень трудно.

Выше упоминался порядок каллистифитовых (класс *Ginkgoopsida*). Эти растения по билатеральной симметрии семязачатков и строению пыльцы близки к хвойным. Это сходство пыльцы и семян хвойных и каллистифитовых приходится расценивать как возникшее независимо. Любопытно, что пыльца каллистифитовых находится на таком уровне организации, который был достигнут хвойными, по-видимому, только в мезозое, когда формировалось большинство современных семейств.

В этом примере разделение унаследованных и параллельно появившихся сходств довольно уверенное. Но можно привести примеры,

когда это не удастся. Очень показателен недавно открытый род хвойных *Sashinia* из самых верхов перми Европейской части СССР (рис. 12). По

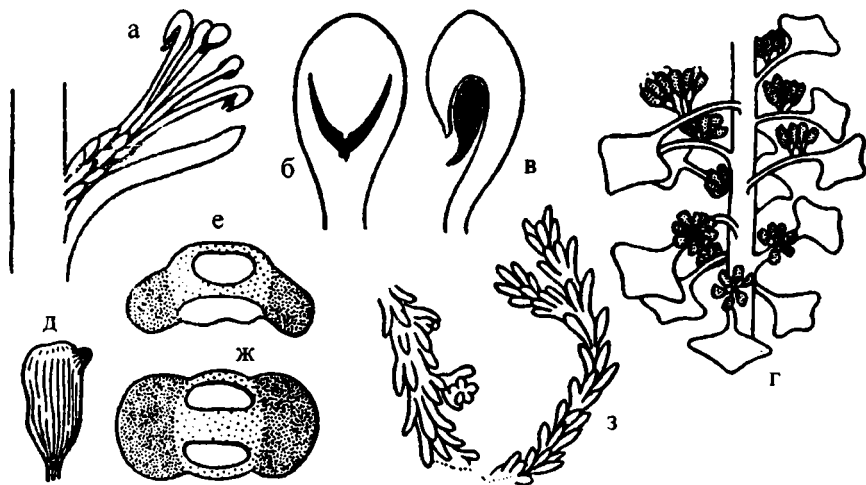


Рис. 12. *Sashinia* из верхней перми Европейской части России: а – реконструкция пазушного семеносного побега; б – верхушка семяножки с семенем (зачернено); в – то же, в продольном разрезе; г – реконструкция микростробила; д – спорангий; е – пыльца, вид сбоку (с экватора); ж – то же, с полюса; з – облиственный побег

строению женских органов размножения *Sashinia* примитивнее, чем все известные хвойные, включая раннепермские и позднекарбоновые лебахиевые. На оси сидят брактей, в их пазухе – укороченные семяносные побеги, снизу покрытые не специализированными чешуями (как у кордаитантовых и лебахиевых), а обычными листьями. На верхушке укороченного побега стерильные листья сменяются семяножками с семязачатками под загнутой назад верхушечной подушкой. Если у кордаитантовых и лебахиевых брактей не похожи на стерильные листья, т.е. специализированы, то у *Sashinia* они отличаются от листьев только несколько большим размером. Таким образом, женские органы размножения сашиний даже нельзя назвать шишкой. Из органов размножения такого облика можно легко вывести «колоски» кордаитантовых, чему явно противоречат стратиграфические данные. Ведь сашинии не менее чем на 50 миллионов лет моложе древнейших кордаитантовых.

По уровню эволюционной продвинутости мужские органы размножения у сашиний выше, чем у кордаитантовых и лебахиевых. Ближе всего они к тому, что известно у триасовых вольциевых. На тонкой оси сидят по спирали *микроспорофиллы*. Длинная ножка микроспорофилла венчается ромбическим щитком, а в средней части несет пучки микроспорангиев с похожей на двумешковую пыльцой. Только знания о строении женских органов размножения не позволили поместить сашинии

нии среди вольциевых, ориентируясь на морфологию мужских органов размножения, пыльцы и листья.

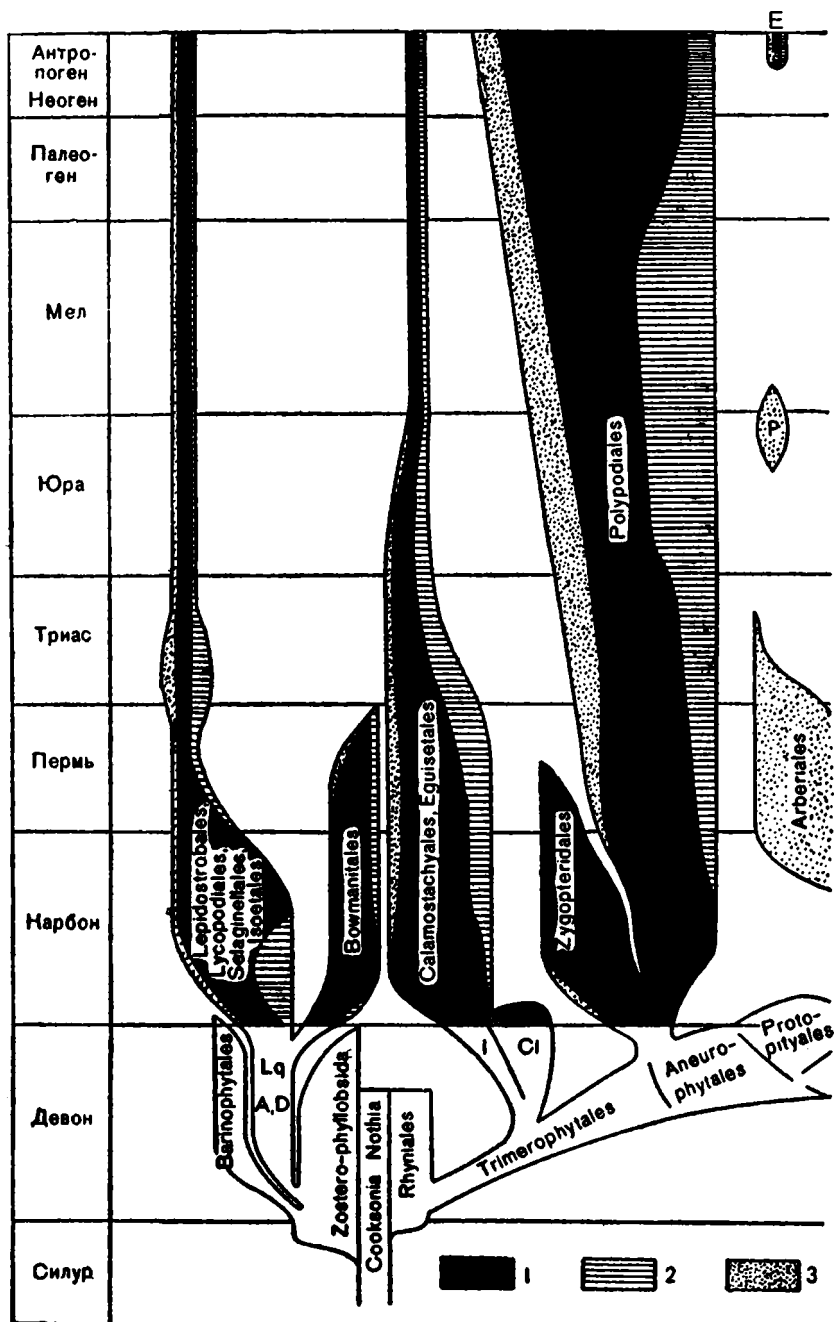
Как же интерпретировать филогенетические отношения сашиний, опираясь на представления Флорина? Принимая во внимание строение женских органов размножения, надо искать предков сашиний среди голосеменных более примитивных, чем кордаитантовые и лебахиевые. Тогда придется допустить, что мужские органы размножения развились у них до уровня вольциевых в результате глубокого и многостороннего параллелизма. Если исходить из особенностей строения мужских органов размножения и допустить вторичность примитивного строения женских органов, окажется, что эволюция пошла как бы вспять, с высокой точностью скопировав некое давно пройденное состояние. Второе предположение более вероятно и лучше согласуется с общей геологической историей хвойных.

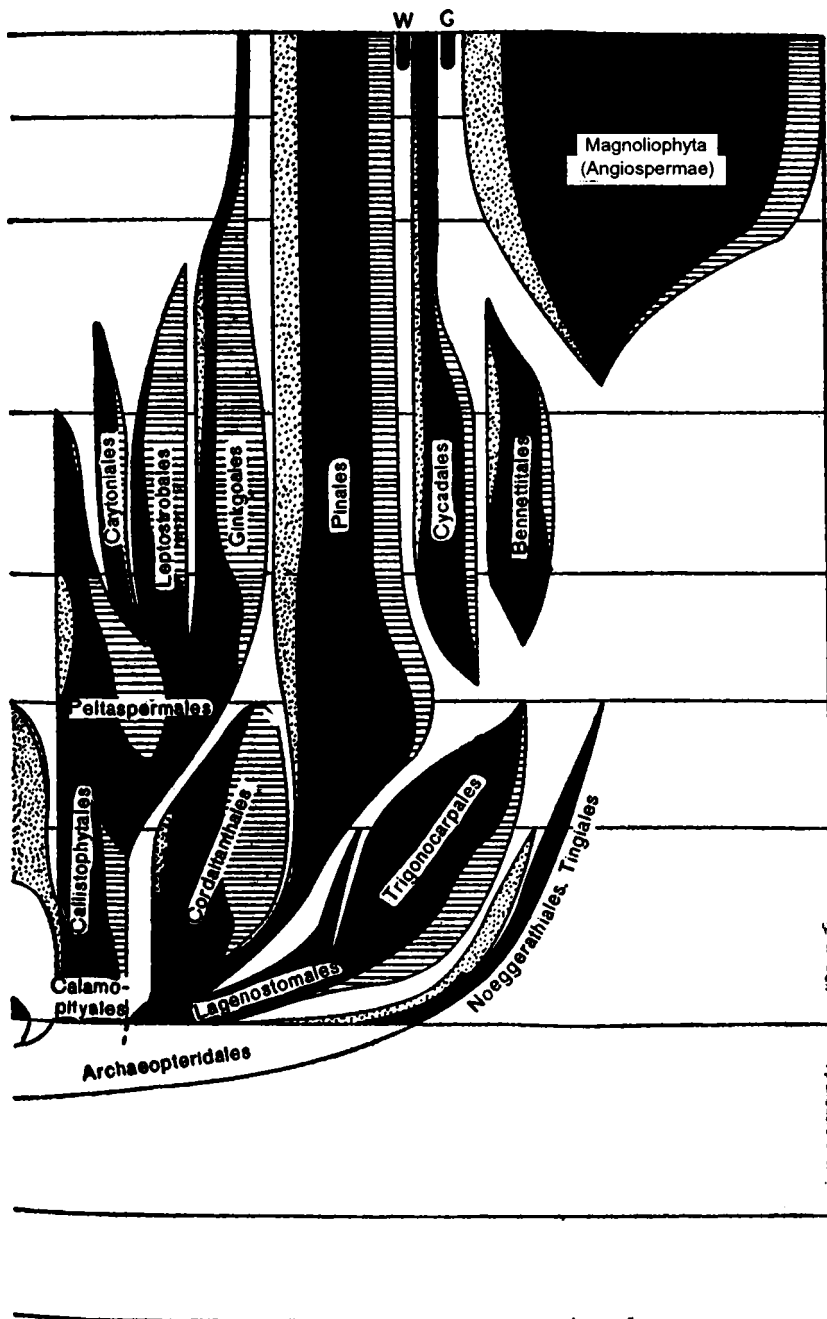
Случай с сашиниями заставляет со скепсисом относиться ко всем филогенетическим реконструкциям у хвойных. Эти растения способны, с одной стороны, на глубокие параллелизмы, а с другой – на возврат к примитивному состоянию. Эти направления в развитии изменяют именно те признаки, которые лежат в основе систематики всей группы. Только их можно использовать для филогенетических построений. Трудно представить худшую ситуацию для филогенетика. До тех пор, пока не найдена и не изучена более полная последовательность родов, точно привязанных к геохронологической шкале, и не намечены основные вехи подлинной истории (пусть так же неполно, как в примере со сходством семязачатков и пыльцы каллистофитовых и хвойных) рассуждения о филогенетических связях не только сашиний, но и вообще главных групп хвойных, выглядят умозрительными и потому малоинтересными.

Если у сашиний примитивность женских органов действительно вторична (что кажется более чем вероятным), возникает проблема, как интерпретировать разительное сходство стерильных чешуй семяночного побега, брактеей и обычных вегетативных листьев. Можно говорить о дедифференциации частей, когда-то бывших разными, или о *внутриорганизменной конвергенции*: разные части в ходе эволюции приняли одинаковый облик. Обычно под конвергенцией понимают возникновение сходных органов в разных систематических группах. В данном примере сходные части возникают в пределах организма. Насколько широко развита у растений внутриорганизменная конвергенция, пока сказать невозможно.

ОТ ГОЛОСЕМЕННЫХ К ЦВЕТКОВЫМ

Итак, можно нарисовать достаточно обоснованное филогенетическое древо от куксоний до разнообразных голосеменных (рис. 13). Следующий шаг в эволюции растений – происхождение покрытосеменных, на-





← **Рис. 13.** Филогения высших растений; начиная с карбона, на филогенетических ветвях показано географическое распространение соответствующих растений: 1 – экваториальный пояс и прилегающие к нему районы безморозного климата; 2 – бореальные области; 3 – нотальные области. Буквами обозначены следующие группы растений: А, D – примитивные плауновидные *Asteroxylon* и *Drepanophycus*; Lc – изоспоровые лигульные плауновидные типа *Leclercqia*; I – порядок Iridopteridales (Ibycales); Cl – порядок Cladoxylales; E – порядок Ephedrales; P – порядок Pentaxylales; W – порядок Welwitschiales; G – порядок Gnetales

званное Ч. Дарвином «отвратительной тайной». Познавать ее лучше с учетом накопленного опыта. Какие же уроки можно извлечь из анализа филогенетических построений, соединяющих проптеридофитов с высшими голосеменными? Во-первых, это осторожность в выводах, которая прежде всего заключается в том, чтобы использовать только хорошо изученный материал. В филогенетические схемы можно допускать лишь те ископаемые роды, у которых удалось узнать как органы размножения, так и вегетативные органы. В некоторых случаях обязательно знание анатомии частей, в частности строение проводящей системы. Иначе неизбежны домыслы.

Так получилось с гипотезой о происхождении членистостебельных от проптеридофитов типа ринии непосредственно через растения типа *Calamophyton* и *Huenia*. Эти два рода принадлежат кладосилеевым и, может быть, имеют косвенное родство с древнейшими членистостебельными, но для утверждений об их прямой филогенетической связи оснований не было и нет. В литературе существуют умозрительные схемы, показывающие преобразование спороносных веточек «протоартикулят» в щитовидные *спорангиофоры хвощей*. Они не столько помогают осмыслить накопленный материал и стимулировать получение нового, сколько прикрывают недостаток знаний и фактов. Еще меньше пользы от филогенетических построений, нацеленных на соединение групп, далеко отстоящих в системе, с помощью выдуманных переходных форм. Так, предпринимались попытки вывести хвойных из плауновидных, а их – из риний. Палеоботанике постоянно приходится опровергать подобные домыслы.

Второй урок состоит в том, что геологическая летопись в общем случае не позволяет установить филогенетическую последовательность конкретных родов. Она может лишь указать на примерные филогенетические связи крупных систематических групп, обычно рангом выше семейства. Более детальные филогенетические построения невозможны из-за недостатка фактических данных и из-за появления «синтетических типов». Чем ниже ранг сравниваемых групп, тем сильнее развиты у них явления параллелизма, и тем больше «синтетических типов». При ограничении филогенетических построений крупными группами, филогения представляется не как появление разнообразия на месте однообразия, а

как смена одного разнообразия другим. Выяснить детали этой «смены разнообразий» пока невозможно.

Обычно не удается найти конкретного предка какой-либо группы и в качестве предка называют другую группу достаточно разнообразных организмов. Это нередко служит поводом для выдвижения полифилетических гипотез. Едва ли так проще решить проблему. Показать множество исходных корней труднее, чем один корень. Для ботанической филогенетики старая дискуссия о моно- и полифилии таксонов бесплодна, так как слишком плохо изучены конкретные филогенетические последовательности.

Третий урок заключается в тщетности попыток строить филогенетические схемы каких-то групп, сравнивая только ныне живущие растения. Знакомство с палеоботаническими документами неизбежно разрушает подобные схемы. Так, после знакомства с девонскими прогимноспермами все прежние гипотезы о происхождении голосеменных от споровых оказались несостоятельными. Видимо, реконструировать облик прогимноспермов, сравнивая современные растения, невозможно. Аналогичная судьба постигла попытки вывести плауновидные из проптеридофитов типа риний. Знакомство с зостерофилами и ранними плауновидными показало, что с риниями они не связаны.

Эти три урока в общем тривиальны. Менее тривиален стоящий особняком еще один урок. Суть его заключается в том, что любая отдельная филогенетическая линия не может быть выявлена без анализа всего филогенетического древа. Лишь обозревая филогению всех высших растений, можно заключить, что такой признак, как наличие семян определенного типа, исторически в высшей степени устойчив и, стало быть, филогенетически надежен. После того как были составлены путем анализа многочисленных родов филогенетические линии, соединяющие разные порядки в пределах классов *Ginkgoopsida*, *Cycadopsida* и *Pinopsida* (это и позволило установить сами классы), выяснилась поразительная стабильность основных типов семян (радиальная и билатеральная симметрия и самих семян и их купул, преобразовавшихся во внешний интегумент). Обычно филогенетики опираются в своих филогенетических построениях на признаки, устойчивые и предпочтительные, чем доказываются.

Эти уроки показывают, что раскрыть происхождение покрытосеменных не сложнее, но и не проще, чем других групп: всех крупных групп водорослей, грибов, высших растений в целом, а среди них моховидных, проптеридофитов, членистостебельных, цикадовых и беннеттитовых. Не хватает сведений о переходных звеньях. Происхождение голосеменных от высших прогимноспермов показано достаточно вероятно, но проследить на конкретных родах переход от свободного мегаспорангия к семязачатку так и не удалось. То же можно сказать о связи между другими группами.

Довольно уверенно можно сказать (хотя бы методом исключения),

что покрытосеменные произошли от голосеменных. Но каков был облик этих предковых голосеменных? Принадлежали ли они уже известному или еще не открытому порядку? В последние десятилетия в качестве главных претендентов на эту роль чаще всего назывались птеридоспермы. Этому способствовала *«теория кондуктикатного плодолистика»*. Суть ее в том, что у предков покрытосеменных семязачатки сидели на листоподобном органе, пластинка которого в раннем онтогенезе была сложена вдоль средней жилки. Чтобы из такого сложенного юного листа получить плодолистик, достаточно допустить, что сидящие на нем семязачатки развивались, а лист оставался сложенным. Поскольку такие семяносные листоподобные органы известны только у цикадовых и птеридоспермов и поскольку уже описанные цикадовые не годятся в предки покрытосеменных по ряду других признаков, обратили внимание на птеридоспермов.

Однако птеридоспермы – сложная и весьма разнородная группа, и ссылка на них мало что проясняет. Более того, те птеридоспермы, семязачатки которых сидели на листьях, исчезли еще в ранней перми. Последнее соображение можно отвести, допустив возникновение покрытосеменных в перми, что, кстати, и делалось. Отсутствие остатков покрытосеменных в домеловых отложениях объяснялось тем, что они заселяли возвышенности и не могли попадать в стабильные низменные захоронения. Тем самым решение проблемы происхождения покрытосеменных было чрезвычайно затруднено.

В последние 10–15 лет ситуация стала меняться. Внимательное изучение домеловых растений, условно принимаемых за покрытосеменные, показало, что это – голосеменные или остатки неизвестного систематического положения. Выдвинуты серьезные доводы против длительного обитания покрытосеменных на возвышенностях: при похолоданиях (их было несколько в юрском периоде) покрытосеменные должны были хоть раз спуститься в низины. Но и с возвышенностей их пыльца обязательно должна была попадать в места захоронения, пусть в очень небольшом количестве. Кроме того, обитатели гор могли спускаться в низины более высоких широт. В этом случае появление покрытосеменных в геологической летописи должно было произойти сначала в высоких широтах, а лишь затем в низких. В действительности в высоких широтах по сравнению с низкими их остатки встречаются в более молодых слоях.

Еще более значимыми оказались данные по меловым покрытосеменным. В нескольких разрезах изучили палинологические комплексы различных ярусов нижнего мела. Для определения пыльцы использовались сканирующий и трансмиссионный электронный микроскопы. Выяснилось, что первая достоверная пыльца покрытосеменных появляется в отложениях недалеко от основания нижнего мела. Постепенно количество ее увеличивается, параллельно растет и ее разнообразие. В верхней части нижнего мела пыльца покрытосеменных уже обнаруживается повсеместно, хотя и представлена небольшим числом родов.

Пыльца всех нижнемеловых покрытосеменных устроена по едино-

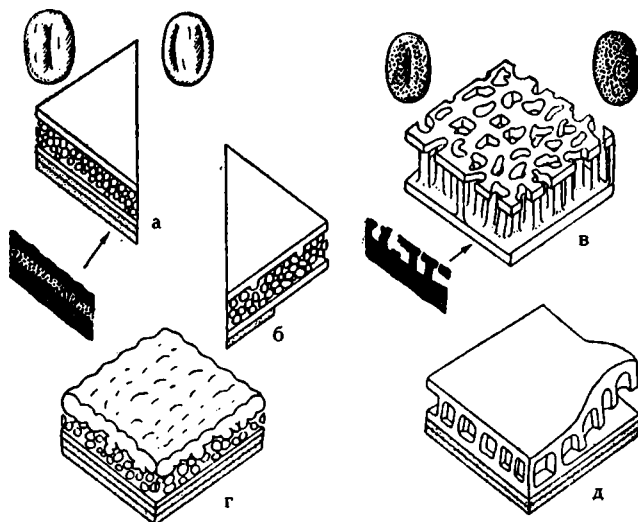


Рис. 14. Структура оболочки спор и пыльцы у разных растений – прогимноспермов, голосеменных и покрытосеменных, по данным световой и электронной микроскопии:

а – современные гнетовые, юрский *Eucommiidites* (в углах наверху – общий вид пыльцевого зерна *Eucommiidites* с двух сторон; ниже – вид его оболочки в разрезе в электронном микроскопе); б – некоторые сержкоцветные, розоцветные и некоторые другие покрытосеменные; в – многие покрытосеменные, в том числе древнейшие (в углах наверху показан общий вид пыльцевого зерна нижнемелового *Clavatipollenites* с двух сторон; ниже – вид его оболочки в разрезе в электронном микроскопе); г – прогимноспермы, кипарисовые, араукариевые и другие голосеменные; д – цикадовые (левая часть фигуры), птеридоспермы, кордаитантовые, сосновые и подокарповые (правая часть фигуры) (по Д. Дойлу, М. ван Кампо и В. Люгардону)

му плану. Особенно важно строение ее экзины (рис. 14). Она состоит из трех основных слоев. Внутренний слой – подстилающий – однородный. Средний сложен вертикальными столбиками и называется *столбиковым*. Верхний слой – покров, или *тектум* – лежит на столбиковом и пробит отверстиями, иногда настолько крупными, что образуется сетка. Такой пыльцы со столбиковым слоем и неслоистым подстилающим слоем нет ни у одной группы голосеменных. В юрских отложениях она не встречается. В то же время, организация экзины у многих покрытосеменных, особенно примитивных, именно такая. Еще в нижнем мелу намечается разделение пыльцы покрытосеменных на две группы, которые можно условно сопоставить с двудольными и однодольными.

Результаты исследований по пыльце не были бы столь убедительными, если бы не подкреплялись данными изучения остатков листьев (рис. 15). Немного выше того уровня, на котором появляется древнейшая пыльца покрытосеменных, начинают попадаться и листья, морфологи-

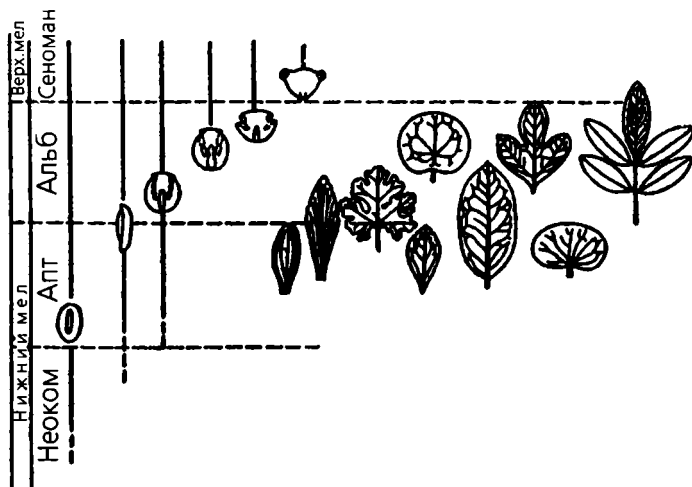


Рис. 15. Распространение основных типов пыльцы и листьев покрытосеменных в меловых отложениях Америки, Африки и Западной Европы: во второй слева колонке – ярусы (века) мелового периода (по Д. Дойлу и Л.Д. Хикки, с дополнениями)

чески сходные с листьями покрытосеменных, но с более простым жилкованием. Далее рост количества и разнообразия листьев и пыльцы идет параллельно. Отпечатки листьев покрытосеменных в нижнемеловых отложениях известны давно. Палеоботаники сближали их с современными семействами и даже родами, причем разных порядков. Это создавало впечатление далеко зашедшей эволюции покрытосеменных. Более тщательное изучение отпечатков показало, что существуют нацело вымершие крупные группы. К такому же выводу приводит и изучение пыльцы.

Таким образом, палеоботанические данные свидетельствуют, что история покрытосеменных, записанная в нижнемеловых отложениях, – не расселение группы, долго находившейся в некоем убежище и там далеко ушедшей по разным эволюционным дорогам. Это история постепенного, хотя и довольно быстрого развития новой группы растений. Благодаря высокому качеству стратиграфических схем нижнего мела удалось проследить время появления покрытосеменных в разных местах Земли. Юго-Восточную Азию нередко называли возможной родиной покрытосеменных. Там сейчас растет наибольшее число форм, считающихся примитивными. С этим взглядом придется расстаться. Самую древнюю пыльцу покрытосеменных нашли в странах, лежащих по обе стороны современной Атлантики (в начале мела Атлантического океана еще не существовало, а Америка была вплотную придвинута к Европе и Африке). Проследивая разрез нижнего мела, можно обнаружить, что

количество и разнообразие такой пыльцы быстрее всего растет в приэкваториальных областях Южной Америки (Бразилия) и Африке (Габон), несколько медленнее – в разрезах Англии и Атлантического побережья США. В Юго-Восточной Азии та же пыльца появляется лишь в конце нижнего мела.

Хуже обстоит дело с реконструкцией общего облика древнейших покрытосеменных. Строение их органов размножения плохо известно, так как найдены лишь единичные экземпляры этих растений. Несколько больше данных о верхнемеловых покрытосеменных. В основание филогенетического древа покрытосеменных нередко помещают растения, цветки которых сходны с магнолиевыми. Это крупные одиночные обоеполые цветки с большим количеством лепестков, чашелистиков, плодolistиков и тычинок. Собственно цветков в нижнем мелу пока не находили, но встречались плоды, соплодия, изолированные чашечки. Ни одна из этих находок не подтверждает гипотетический образ предка. В меловых отложениях чаще встречаются соплодия без следов околоцветника и мужской части цветка. И отдельно найдены сережковидные мужские органы тоже без околоцветника. В некоторых из них имелась уже упоминавшаяся пыльца с сетчатым покровом. Называть такие органы цветками или соцветиями невозможно. Изредка попадаются чашечки с четырьмя-шестью сросшимися при основании чашелистиками. Получается, что древнейшие покрытосеменные не были цветковыми.

Во второй половине мелового периода покрытосеменные быстро эволюционировали. Они расселились по всей Земле и во многих местах (но не всюду) стали ведущей группой в растительном покрове. Но и в верхнем мелу лишь небольшое число форм можно уверенно отнести к современным семействам. В палеогене уже встречается немало таких форм. Впрочем, некоторые палеоботаники считают, что палеогеновые покрытосеменные, идентифицированные по листьям, дальше от современных родов и семейств, чем это кажется на первый взгляд. Показательно изучение цветков эоценовых (середина палеогена) растений. У них нет морфологических черт, неизвестных для современных покрытосеменных. Но из довольно большого количества эоценовых цветков лишь единичные удалось сблизить с современными родами, да и те найдены в янтарях, возраст которых может быть раннеолигоценовым, т.е. более молодым. В остальном эоценовые цветки представлены синтетическими типами, совмещающими признаки разных родов одного современного семейства или близких семейств. Вообще среди эоценовых цветков преобладают обоеполые с хорошо развитым околоцветником из небольшого числа чашелистиков и лепестков.

Итак, палеоботанические исследования побуждают пересмотреть многие общепринятые взгляды на время и место происхождения покрытосеменных и на облик их древнейших представителей. Полученные данные неполны, но им можно доверять больше, чем умозрительным филогенетическим схемам, выполненным на основе сравнения совре-

менных форм. Знакомство с древнейшими формами заставляет иначе посмотреть и на проблему возможного предка покрытосеменных. Кроме того, отпала вынужденная необходимость искать предка среди голосеменных с обоепольными органами размножения.

Как уже известно, среди голосеменных филогенетический анализ выявил чрезвычайную устойчивость основных типов семян, сохранившихся в течение сотен миллионов лет эволюции голосеменных. Существовало предположение, что тип семени сохранился и при переходе от голосеменных к покрытосеменным. У покрытосеменных преобразование семени пошло очень далеко.

Провести прямые параллели между семенами покрытосеменных и голосеменных не просто. Если учитывать типы семян, признаваемые большинством специалистов более примитивными, то получается, что семена покрытосеменных в основе своей организации радиоспермические. Это означает, что из числа предков покрытосеменных можно сразу исключить весь класс *Ginkgoopsida*, в том числе и те его группы (пельтаспермовые, лептострбовые, кейтониевые и глоссоптериды, или арбериевые), которые не раз выставлялись предками покрытосеменных. Маловероятна предковая роль и класса *Pinopsida*. Остается предположить происхождение покрытосеменных от класса *Cycadopsida*. Он изучен гораздо хуже двух предыдущих классов, особенно строение органов размножения тех мезозойских представителей, которые возможно могли бы дать начало покрытосеменным.

ФИЛОГЕНИЯ И ФЛОРОГЕНЕЗ

Филогенетика растений обычно рассматривает происхождение основных таксонов вне конкретного палеобиогеографического и палеоэкологического фона. Исключения редки и затрагивают происхождение семейств современных хвойных и происхождение покрытосеменных в целом. В остальном рисуемые филогенетические деревья разворачивают свои ветви как бы в пустом пространстве, а нередко и в воображаемом времени. В самом деле, утверждается происхождение прогимноспермов и папоротников от риниофитов, голосеменных от прогимноспермов, плауновидных от зостерофилловых, членистостебельных от кладоксилеевых, лептоспорангиатных папоротников от зигоптеридиевых без ссылок на конкретные биоты с характерным для них населением и соответствующими условиями среды. Между тем, для теории эволюции и особенно для той ее части, в которой речь идет о макроэволюции, смена таксонов имеет второстепенный интерес, если она не положена на конкретный биотический и абиотический фон. Без этого нельзя говорить о факторах эволюции, а тем самым о ее причинно-следственном истолковании.

Конкретизация условий, в которых происходило становление таксонов, должна начинаться с палеофлористического районирования. К

сожалению, для девона нельзя назвать сколько-нибудь четких палеофлористических областей. Хотя каждая местная флора имеет некоторую специфику, установить направленные тенденции в распределении таксонов в пространстве пока невозможно. Многие роды, имеющие важное филогенетическое значение, распространены очень широко. Таковы *Cooksonia* и *Zosterophyllum* из проптеридофитов, *Aneurophyton*, *Rellimia* и *Archaeopteris* из прогимноспермов. Другие роды известны из одного-двух местонахождений, но считать соответствующие места центрами происхождения, преждевременно. Слишком велика опасность принять благоприятную обстановку захоронения за изначальную географическую приуроченность целого вида или рода.

С раннего карбона на Земле устанавливаются четкие палеофлористические области и провинции, контрастность и количество которых растет и достигает максимума в поздней перми. Эволюция растений в каждой из крупных областей шла в значительной мере независимо (*автохтонно*), а роль миграций в формировании облика флор была второстепенной. В триасе общность флор разных материков резко увеличивается. В юре флористическая дифференциация усиливается, и эта тенденция сохраняется вплоть до наших дней. Главные факторы этих перемен – перестройки в климатической зональности, сопряженные с изменениями рельефа, контуров материков и акваторий, морских течений. В последние сотни лет все более мощным фитогеографическим агентом становится человек, разрушающий природные и создающий искусственные экосистемы, переселяющий растения далеко за пределы первичных ареалов.

Ясно, что факторы фитогеографических перемен были одновременно и эволюционными факторами. Например, чередование похолоданий и потеплений не только передвигало фитогеографические границы, но и вело к попеременному «пересыщению» и «недосыщению» экосистем и, следовательно, к смене векторов отбора. Логика исследований ведет от знания общей фитогеографической ситуации к реконструкции экосистем и выяснению судьбы таксонов в них. Учение о филогении растений в идеале должно сливаться не только с *палеофлористикой*, но и с *палеоэкологией*. Пока лишь можно подобрать отдельные примеры соединения данных этих дисциплин.

Палеозойская дифференциация флор дает возможность наблюдать как бы три независимых образца эволюции. В позднем палеозое существовали три главные континентальные *биоты* – Ангарская (северная вне-тропическая), Евразийская, или Амеросинийская (экваториальная), и Гондванская (южная внутропическая). Они просуществовали в сильной изоляции 100–120 миллионов лет. Сравнение эволюции растений в этих биотах позволяет наметить некоторые закономерности, проявляющиеся в разных группах растений.

Одна из закономерностей касается общего разнообразия растительного мира. Можно допустить, что условия захоронения были примерно

одинаковыми в этих биотах. Тогда сравнение количества описанных родов и видов можно принять пропорциональным первичному разнообразию. Получается, что в условиях влажного климата внетропические флоры в 5–10 раз беднее экваториальных. Кроме того, они беднее и по общему набору морфологических типов. При этом во внетропических областях почти нет таких крупных морфологических особенностей растений, которые неизвестны для экваториальной биоты. Ее, таким образом, можно считать главным генератором новых морфологических структур, а тем самым и новых таксонов рангом выше рода.

В ангарской флоре тоже появляются некоторые семейства и, возможно, порядки, но по уровню развития морфологических структур их можно сравнивать с более древними экваториальными типами. По-видимому, филогения растений в Ангарской биоте шла с морфологическим запозданием, что, по всей вероятности, справедливо и для Гондванской биоты.

Это запоздание особенно хорошо прослеживается при сравнении времени существования близких таксонов в разных биотах (см. рис. 13). Пока нельзя указать ни одного случая, чтобы какой-то верхнепалеозойский таксон сначала образовался в Сибири, а затем в Европе. Или они появляются примерно одновременно, или в Сибири появление запаздывает. Во всех случаях такие таксоны, общие для обеих биот, представлены в Сибири единичными эндемичными видами, может быть родами, что резко контрастирует с разнообразием того же таксона в Европе.

Далее можно наблюдать ситуации двух типов. Иногда какой-либо таксон проникает в Сибирь на короткое время потепления климата и бесследно исчезает. В другом случае он задерживается в Сибири и может просуществовать здесь гораздо дольше, чем в материнской биоте. Иными словами, во внеэкваториальных условиях отмечается длительное выживание древних типов. В *биостратиграфии* такое явление выживания древних форм называют *персистированием*. Явление, отмеченное для верхнепалеозойских ангарских флор, можно назвать *внеэкваториальным персистированием*. Это — вторая филогенетическая закономерность, возникающая при сравнении разных биот. Она установлена на плауновидных, членистостебельных, папоротниках, птеридоспермах и кордаитантовых.

Насколько универсально явление внеэкваториального персистирования, пока трудно сказать. Если оно распространено достаточно широко, то его необходимо учитывать не только в общей филогенетике растений, но и в реконструкции биот прошлого, в частности их палеоклиматической оценке. Ограничимся одним примером. Заметное участие современных родов во флорах прошлого намечается лишь с эоцена. Флоры этого времени лучше изучены в Европе и Северной Америке. Издавна обсуждается вопрос о том, были ли эти наиболее изученные флоры тропическими или субтропическими. В пользу их субтропического характера выдвигается присутствие в них не только тропических

родов, но и таких, которые сейчас характерны для субтропических и даже умеренных флор. Возможность внеэкваториального персистирования побуждает подозревать, что в эоцене эти роды, ныне внутритропические, жили в тропиках, откуда они были вытеснены конкурентами или просто успели эволюционировать в другие роды.

Нередко при сравнении ископаемых флор разных биот находят в них общие роды, но более детальные исследования убеждают в том, что за общие роды приняты растения разных семейств и даже порядков. Это независимо возникшая морфологическая общность (конвергенция или параллелизм). В Гондване и Ангариде есть пермские членистостебельные, вегетативные побеги которых поразительно сходны, а органы размножения принципиально различны. Замечательно, что по строению органов размножения гондванские и ангарские членистостебельные ближе всего не к пермским, а к раннекаменноугольным экваториальным членистостебельным, от которых они унаследовали разные особенности. Здесь внеэкваториальное персистирование дополнилось параллелизмом и дивергенцией. Интересно, что параллелизм форм разных биот может быть резко асинхронным. Так, типы листьев гондванских *арбериевых* (*глоссоптерид*) верхнего палеозоя с поразительной полнотой повторяют то, что наблюдалось у мезозойских цикадовых и беннеттитов Европы и Гренландии.

Отмеченные закономерности еще предстоит проследить на более представительном материале. Только тогда они смогут действительно изменить современные взгляды на общую филогению растений. Тем не менее, уже сейчас можно полагать, что основной кузницей форм были тропики и прилегающие к ним районы, в том числе с семиаридным климатом, располагающиеся вблизи горных районов. Менее благоприятные условия внутритропического климата не способствовали появлению таксонов высокого ранга — семейств, порядков и выше.

В заключение можно сказать, что сильное давление абиотических факторов отбора, свойственное внутритропическим областям, не благоприятствует эволюции, тормозит ее. Аналогичная картина наблюдается в условиях высокой аридности климата. Приведенные соображения косвенно подтверждают мысль, уже высказанную палеозоологами о том, что, наблюдая разные темпы эволюции организмов в геологическом прошлом, не обязательно искать ускоряющие факторы. Скорее следует искать тормозящие факторы. Во внеэкваториальных малоблагоприятных условиях абиотические факторы могут тормозить эволюцию, направляя ее по пути мелких преобразований в рамках общего типа, сложившегося в оптимальной абиотической среде. Тепличные экваториальные условия дают гораздо больше возможностей для выживания новообразований, перспективных в историческом плане, но не обязательно адаптивных немедленно по возникновении. Это потворство отклонениям хорошо видно при обращении к уродствам. Структуры, чрезвычайно редкие у

растений умеренного климата и потому принимаемые за уродства, нередко встречаются в виде нормы у растений тропиков.

* * *

В литературе можно найти немало скептических замечаний о роли палеоботанических исследований для установления филогенетической преемственности между группами современных растений. Значение палеоботаники для филогенетики якобы сводится лишь к тому, что она знакомит нас с вымершими систематическими группами, такими, как проптеридофиты, прапапоротники, птеридоспермы, кордаитантовые. В остальном филогенетические соотношения разумнее изучать на современных растениях. Палеоботаническая летопись слишком отрывочна.

Действительно, нельзя сказать, что палеоботанические исследования, в том числе и новейшие, решили много филогенетических проблем. Новые знания о прогимноспермах во многом прояснили происхождение голосеменных. Чем дальше, тем все более убедительны представления об очень раннем отделении плауновидных от остальных высших растений. С каждым годом все больше сведений появляется о ранних этапах эволюции папоротников и, что особенно важно, покрытосеменных. И все же, палеоботанике можно поставить в упрек, что она не смогла в достаточной степени конкретизировать филогенетические деревья, назвать конкретных предков крупных систематических групп. Этот упрек справедлив, но не будем забывать о том, что ни одна из крупных групп, установленных палеоботаникой (кроме *проптеридофитов*), не была даже примерно предсказана филогенетиками, изучавшими лишь современные растения.

Есть и другое, не менее важное следствие последних открытий в палеоботанике. Обозревая современный растительный мир, невозможно представить, что районы наибольшего разнообразия древнейших покрытосеменных расположены по обеим сторонам Атлантики и протягиваются на север до широты Англии. По современному растительному покрову можно восстанавливать лишь самые последние страницы его многолетней истории.

ФЛОРОГЕНЕЗ И ЭВОЛЮЦИЯ РАСТЕНИЙ¹

Извечное стремление науки – увидеть «за деревьями лес», организовать многочисленные наблюдения, частные выводы и соображения в крупные целостные концепции, называемые в современной литературе теориями, моделями (в том числе глобальными), а иногда и более образно – панорамами и сценариями. Для истории органического мира в целом есть лишь перечни основных событий, а целостных моделей (панорам, сценариев) пока нет. Строятся филогенетические схемы, показывающие эволюцию систематических групп. Реконструируются история отдельных флор и фаун, становление отдельных экосистем. Делались также попытки разобраться в общих закономерностях экогенеза, т. е. формирования экологической структуры биосферы, освоения организмами разных ландшафтных зон. Но эти многочисленные частные схемы еще не были встроены в каркас общего представления.

В этом отношении биология несколько отстала от геологии, в которой подобная глобальная модель не так давно появилась. Речь идет о тектонике плит, неоднократно обсуждавшейся на страницах «Природы». В тектонике плит объединились частные концепции, предоставленные региональной геологией, геофизикой, геохимией, сравнительной планетологией, биогеографией, палеоклиматологией и другими дисциплинами. По обширности обобщений с тектоникой плит не может конкурировать ни одна другая геологическая концепция. Сказанное отнюдь не означает, что тектоника плит безупречна в своей адекватности реальной истории Земли. Вполне возможно, что нынешнее увлечение этой обширной концепцией пройдет и она рухнет из-за дефектов, которые уже обнаружились в ней. Дело не в истинности тектоники плит, а в структуре ее, в способе построения, в замысле строителей. Была предпринята смелая попытка вскрыть самые общие механизмы эволюции континентов и океанов, подчинить этим общим механизмам все остальное. Вот такой, даже самой предварительной целостной модели эволюции биосферы, опирающейся на наличные палеонтологические материалы и обобщающей их, у нас и нет.

Палеонтологов-энциклопедистов, легко ориентирующихся во всех группах вымерших животных и растений и во всех крупных подразделениях биосферы (биотах) геологического прошлого, не бывает. Поэтому начинать надо с более частных моделей, охватывающих компоненты биосферы, по возможности крупные, а затем уже «склеивать» частные модели в глобальную. Именно такой смысл частной модели имеет то исследование растительного покрова Земли, которому посвящена данная

¹ «Природа». 1986. №11. С. 47–57.

статья. В ней речь пойдет лишь о наземном растительном мире и лишь о высших растениях (водоросли останутся в стороне), о том процессе, который можно с некоторой долей условности называть флорогенезом. Это процесс эволюции флор, в котором сочетаются эволюция самих растений и эволюция образуемых ими сообществ от элементарных до самых крупных, вплоть до растительного покрова планеты в целом.

НОВЫЕ ФАКТЫ ДЛЯ НОВЫХ МОДЕЛЕЙ

Прогресс палеоботаники в последние десятилетия достаточно внушительен. Сейчас осталось не так уж много белых пятен на палеофлористических картах, начиная с раннекарбонового периода. Сильно продвинулись вперед морфология и систематика ископаемых растений; количество вымерших групп, которым не удастся найти место в общей системе, резко уменьшилось, а гипотезы о филогенетических связях основных таксонов укрепились; возросла точность в датировках захоронений ископаемых растений. Благодаря всему этому появилась возможность для постепенного перехода к объединению ботанической географии прошлого (палеофитогеографии) и филогенетики высших растений, т.е. происхождения и эволюции их основных систематических групп (таксонов).

Такие обобщающие исследования можно назвать флорогенетическими. В них уже нельзя ограничиться реконструкцией того, как появились, дробились, объединялись и исчезали ботанико-географические подразделения планеты (фитохории). Необходимо знать и филогению тех растений, которые населяли фитохории, поскольку без знания филогении нельзя получить таксоны высших растений, интересные для фитогеографических построений. Эволюция растений протекает в экосистемах, поэтому флорогенетика должна опираться и на палеоэкологию, учитывать условия обитания растений, место таксонов в сообществах, природу палеоэкосистем. Таким образом, флорогенетические построения как бы венчают палеоботанические исследования, объединяют самые разные их компоненты.

У палеофитогеографии и филогенетики есть устоявшиеся способы представления выводов в виде карт районирования, филогенетических схем. Во флорогенетике еще не сложились общепринятые способы графического представления выводов, между тем, это немаловажная часть исследования. Известно, какую роль в точных науках сыграла, скажем, декартова система координат. Автором данной статьи на большом и разнородном фактическом материале прослежены некоторые черты флорогенеза, а иллюстрирующие флорогенетические выводы даны здесь в виде трех схем.

Первая из них – это схема, показывающая не только филогенетические соотношения таксонов, но и их географическую приуроченность. Эта схема по необходимости очень обобщена: все фитохории разбиты лишь на

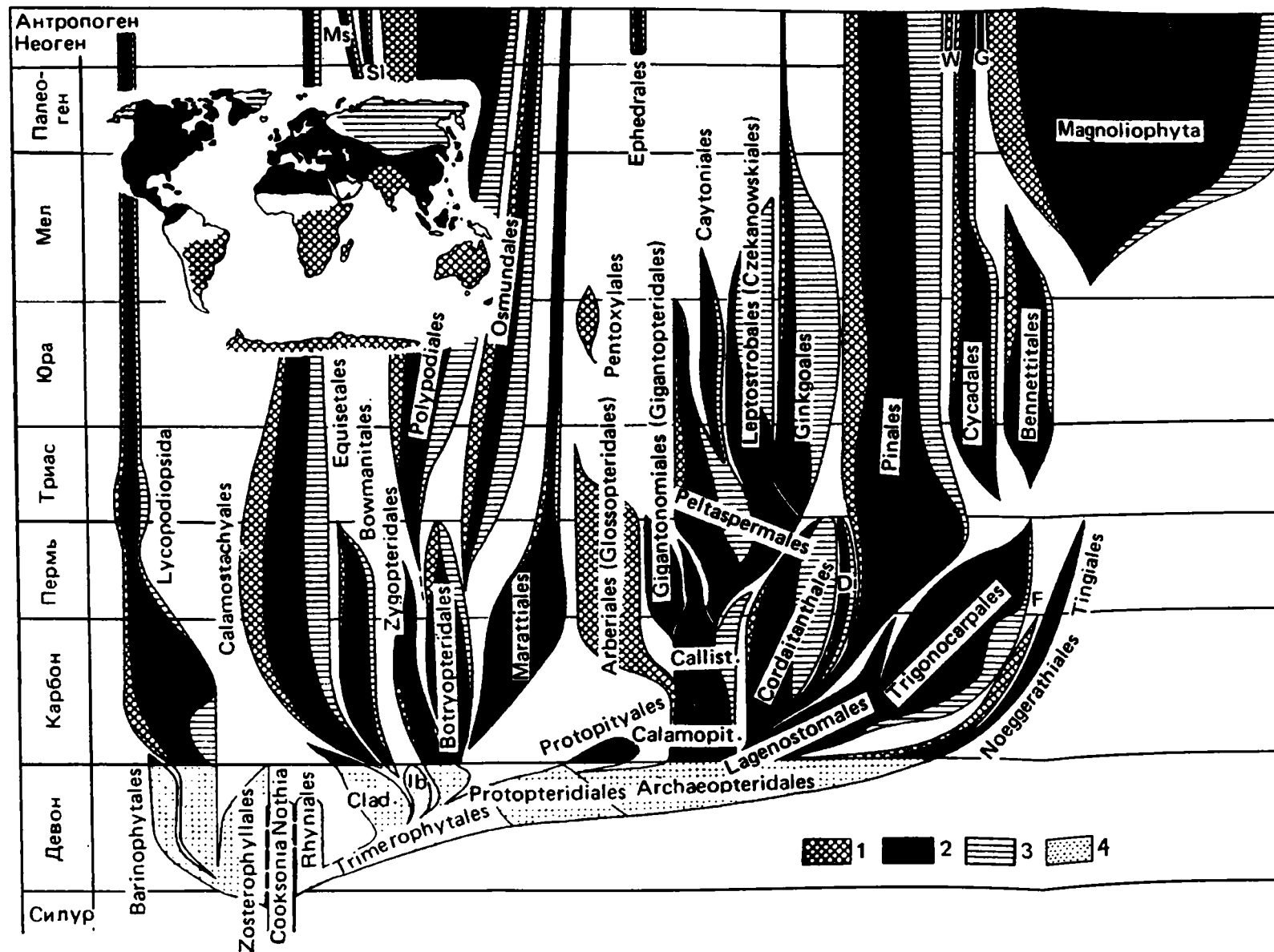


Рис. 1. Филогенетическое древо высших растений. Показаны происхождение порядков и классов, их распространение во времени и по наиболее крупным ботанико-географическим подразделениям суши – фитохориям. Ширина филогенетических ветвей примерно отражает долю участия соответствующих растений в растительном покрове.

Видно, что многие порядки и классы растений появились в девонском периоде, в каменноугольном периоде их число еще более увеличилось и в пермском периоде достигло максимума. К этому времени – концу палеозойской эры – многие порядки вымерли, а в мезозойской эре возникли новые. В начале мелового периода появились процветающие ныне покрытосеменные, предки которых до сих пор точно не определены.

Растительный покров Земли в девоне – начальном периоде дифференцировки таксонов – был однообразным, т.е. во флоре тех времен нельзя различить четких ботанико-географических зон. В дальнейшем новые таксоны (в том числе главная группа современных растений – покрытосеменные) появлялись сначала в экваториальной фитохории, а затем расселялись в южные и северные внеэкваториальные фитохории. Типы наиболее крупных фитохорий начала каменноугольного периода – середины юрского показаны на карте с современным расположением материков (вверху слева), изобразительное выделение фитохорий здесь и далее одинаково. Здесь и на следующих схемах даны названия многих групп растений, фитохорий, которые известны только специалистам, читатель же неспециалист может принять их за выражение многообразия групп растений и ботанико-географических зон; 1 – южная внеэкваториальная фитохория; 2 – экваториальная фитохория; 3 – северная внеэкваториальная фитохория; 4 – однообразный растительный покров

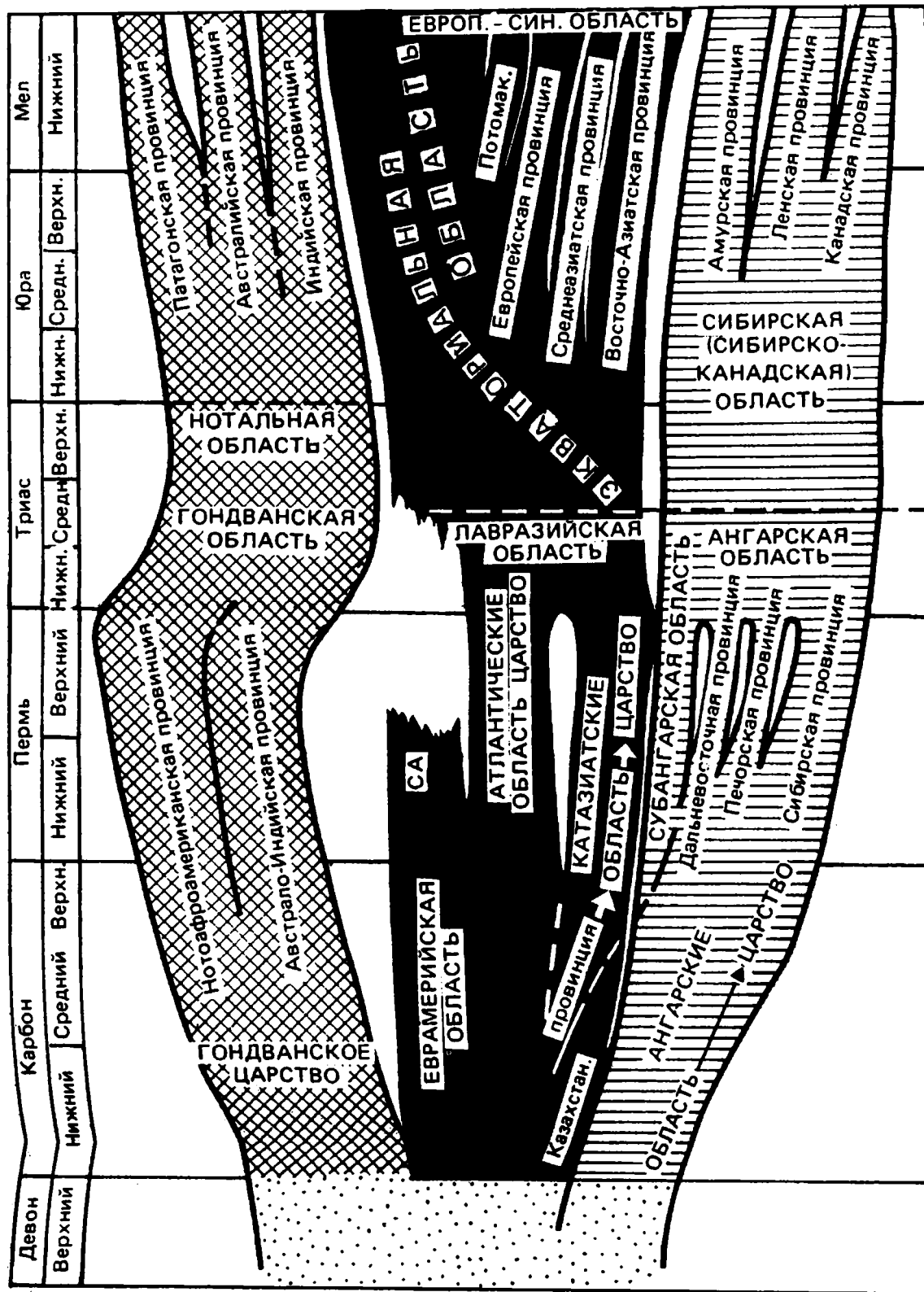


Рис. 2. Флорогенетическое древо, отражающее преемственность и относительную общность ботанико-географических единиц – царств, областей, провинций – от конца девонского периода до середины мелового (часть схемы, соответствующая юрскому и меловому периодам, составлена В.А.Вахрамеевым).

В девонском периоде слабо наметилось отделение северных флор, позже вошедших в Ангарскую область, а затем в самостоятельное Ангарское царство. От начала каменноугольного периода к концу пермского количество фитохор на Земле непрерывно росло; на рубеже палеозойской и мезозойской эры оно резко уменьшилось, растительный покров стал более однообразным; в середине триасового периода установилось распределение и соотношение фитохор, свойственное мезозойской эре (отмечено пунктирной линией)

три группы; дается лишь одна карта районирования; показаны таксоны только высокого ранга – порядки и классы. Вторая схема отражает историческое соотношение фитохорий. На ней видны их становление, дробление, преемственность и исчезновение, т.е. флорогенетическое древо в узком смысле, лишенное филогенетического содержания. Третью схему можно назвать флорофилогенетической. Она совмещает фрагмент флорогенетического древа с филогенией выбранного таксона, на ней отражены происхождение компонентов класса гинкговых и пути их расселения.

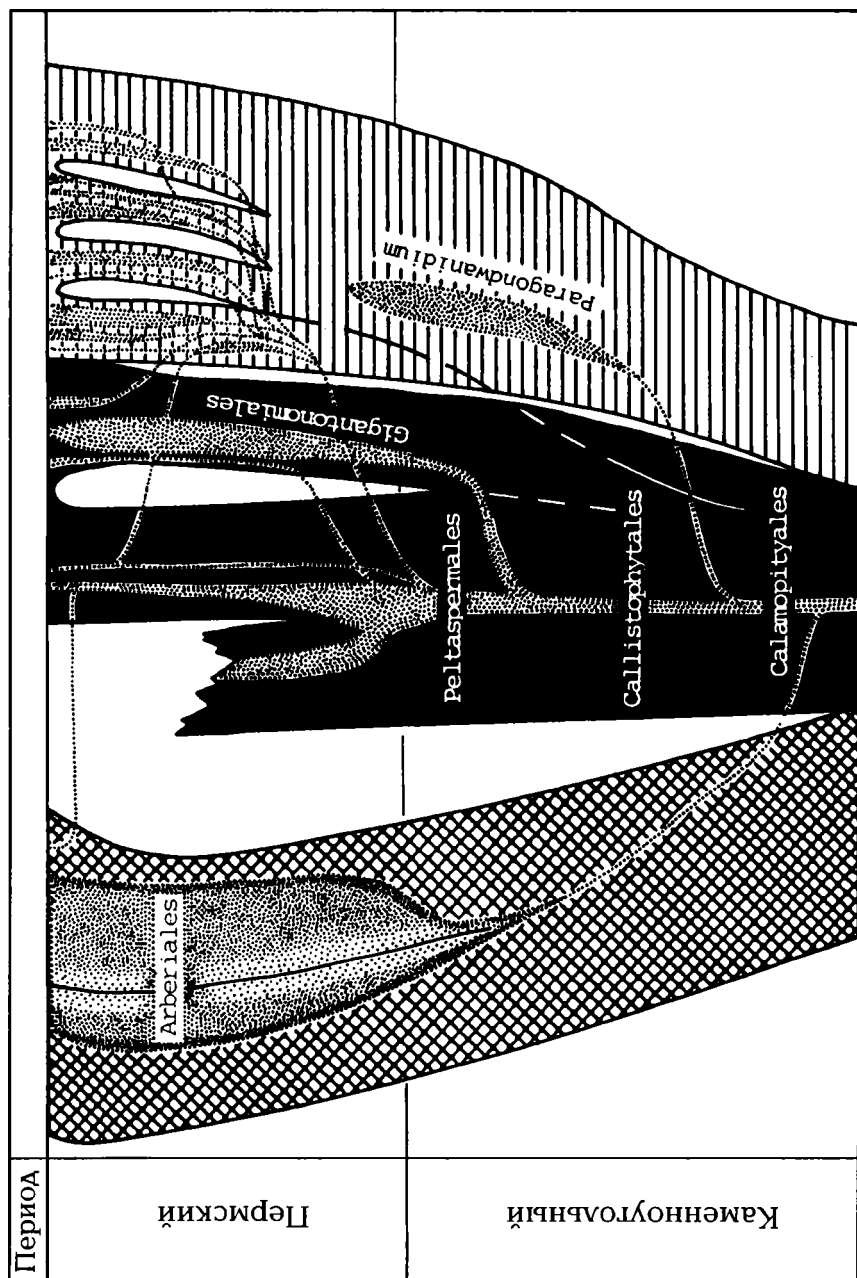
Во всех трех схемах количественная сторона показана весьма условно, без строгих подсчетов, которые в принципе возможны (с привлечением данных по макроостаткам растений, их спорам и пыльце) и в дальнейшем будут необходимы, если будут предлагаться конкурирующие схемы. Фактический материал, положенный в основу схем, приводится в специальных публикациях автора².

По сравнению с ранее публиковавшимися филогенетическими схемами предлагаемая филогения высших растений содержит некоторые нововведения. В литературе не раз изображалось полифилетическое (от разных корней) происхождение и высших растений в целом, и отдельных групп, например папоротников, голосеменных (группы, к которой относятся хвойные), покрытосеменных (цветковых). Большую часть предлагавшихся полифилетических гипотез теперь можно смело отвергнуть (например, гипотезу происхождения голосеменных и покрытосеменных), а против оставшихся выдвинуть серьезные аргументы. В целом можно сказать, что в филогении высших растений, если говорить о происхождении семейств и таксонов более высокого ранга до отдела включительно, безраздельно господствует монофилия.

На филогенетической схеме видно, что подтверждается давнее мнение об очень раннем отделении плауновидных от прочих высших растений. Примерно тогда же произошло и отделение мохообразных. Происхождение хвощовых (точнее, членистостебельных) долго оставалось загадкой, но теперь уже почти очевидно, что растения, давшие им начало, были близкими родственниками древнейших папоротников. Наиболее примитивные папоротники имеют сходство со своеобразной и давно вымершей группой высших растений – прогимноспермами (у них сочетались признаки папоротников и голосеменных), прямыми предками голосеменных.

Очень существенным изменениям подверглась филогенетическая схема и этих последних. С начала нашего века в истоки голосеменных помещались «семенные папоротники» (птеридоспермы) – растения с папоротниковидными листьями и настоящими семенами. Позже выясни-

² Мейен С.В. Происхождение главных групп высших растений // Актуальные проблемы биологической науки. М.: 1984. С. 128–164; Он же. Филогения высших растений и флорогенез. // 27-й Междунар. геол. конгр. Доклады. Т. 2. Палеонтология. М. 1984. С. 75–80; Meyen S.V. // Bot. Rev. 1984 V. 50. P. 1–111.



←Рис. 3. Флорофилогенетическое древо растений класса гинкгоопсид. Показаны происхождение порядков и семейств и пути их расселения по трем крупным фитохориям. Здесь четче, чем на филогенетическом древе, видно, что именно тропики (экваториальная фитохория) были «колыбелью» всего класса. Из экваториальной фитохории порядки и семейства гинкгоопсид расселялись в околэкваториальные – северную и южную фитохории. В них растения достигали наивысшего расцвета со времени своего возникновения, в тропиках же они сохранялись, словно в музее. Черным цветом обозначены порядки и семейства; тонкие основания филогенетических ветвей позволяют проследить родственные связи в семействах гинкгоопсид

лось, что эта группа сборная, она объединяет части разных филогенетических ветвей. По-видимому, голосеменные почти сразу после возникновения разделились на две сестринские группы. Одна из них – класс гинкгоопсид – была необычайно разнообразна в палеозое и мезозое, а затем почти нацело вымерла. До наших дней дожил только гинкго – настоящее живое ископаемое (может быть, к гинкгоопсидам принадлежит и современная эфедра). Другая группа соответствует классу цикадопсид. Эти растения, в прошлом тоже процветавшие, сейчас представлены лишь в тропиках и субтропиках цикадовыми («саговыми пальмами») и небольшими группами гнетовых и вельвичиевых. Еще в раннем карбоне от цикадопсид отделились пинопсиды, т. е. группа растений, к которой, помимо двух вымерших порядков, принадлежат современные хвойные.

Происхождение покрытосеменных остается невыясненным. Вероятно, они возникли в начале мелового периода от каких-то цикадопсид. В самое последнее время появились весомые указания на то, что предками покрытосеменных были беннеттиты. Об этих растениях, имевших как однополые, так и обоеполые органы размножения, несколько сходные с цветками, много писали в начале нашего века как о возможных предках покрытосеменных. Потом от этой идеи отказались, а сейчас она начинает вновь привлекать внимание.

В последние десятилетия существенно прояснилась история флор. Автором этих строк прослежена преемственность основных фитохорий, начиная с раннего карбона, и построено уже упоминавшееся флорогенетическое древо. На нем показано, как довольно однородный растительный покров конца девонского периода разделился на три крупных фитохории: одну экваториальную и две переходные по обе стороны от нее. Дальше количество фитохорий росло и достигло первого максимума незадолго до конца палеозойской эры. Затем в триасе географическая расчлененность растительного покрова Земли резко упала, и далее все повторилось. Мы живем в эпоху второго максимума фитогеографической дифференциации суши.

Такова в весьма обобщенном виде складывающаяся картина филогении высших растений и истории составленных этими растениями флор.

Чтобы соединить фило- и флорогенетические схемы, т. е. спроецировать процесс на конкретный фитогеографический фон, прежде всего

надо установить, где возникали новые таксоны высокого ранга – такие систематические группы, как классы, порядки и, где можно, семейства. Отчасти это сделано и отражено на первой схеме. Если обратить внимание на основания филогенетических ветвей, приходящиеся на последовонские времена, то выявляется общая закономерность: почти все наиболее крупные таксоны сначала появлялись в фитохориях, лежащих в экваториальном поясе или соседствующих с ним, т.е. в зонах с наиболее благоприятными климатическими условиями. В северных (бореальных) флорах за всю их историю не появилось ни одного нового порядка, а количество возникших здесь семейств очень невелико. В гондванской внеэкваториальной фитохории есть два эндемичных порядка, причем один из них известен лишь в тех районах Гондваны, которые во время возникновения этого таксона лежали в зоне безморозного климата. И только второй порядок (арбериевых), вероятно, возник в конце среднего карбона вместе с началом гондванского оледенения. Может быть, это – единственный порядок высших растений палеозоя и мезозоя, появившийся в условиях климата с температурами, опускавшимися зимой ниже нуля. Эндемичных гондванских семейств прочих высших растений известно очень немного. Вывод о безморозной колыбели для большинства порядков высших растений, важный для эволюционного учения, оказался довольно неожиданным.

«МУЗЕЙ» ИЛИ «КОЛЫБЕЛЬ»?

Дискуссия о том, следует ли квалифицировать тропики как «музей» или «колыбель» разнообразия растений, длится давно. Одни исследователи обращали внимание на то, что в тропиках сохраняется немало архаичных растений, и говорили о тропиках как о «музее» прошлого. Они, дескать, лишь сохраняют примитивные типы, а все самое прогрессивное вселилось сюда со стороны. Тропики считались слишком тепличными для прогрессивной эволюции. Эта точка зрения прекрасно выражена И.И. Шмальгаузен³ в посмертно опубликованном наброске о факторах прогрессивной эволюции: «Быстрая прогрессивная эволюция при малом истреблении биотическими факторами и малой конкуренции с другими формами и малом разнообразии конкурентных форм. Умеренная зона!

Быстрое видообразование, но медленная эволюция по пути прогресса при большом разнообразии форм и острой межвидовой конкуренции. Много жизни, круглый год, конкуренция многообразна. Сохранение архаичских типов. Тропики!!!». И несколько далее: «Разнообразие жизни в тропи-

³ Иван Иванович Шмальгаузен (1884 – 1963) – выдающийся отечественный биолог и эволюционист, создатель концепции стабилизирующего отбора; ученик А.Н.Северцова; действительный член АН СССР. (Ред.)

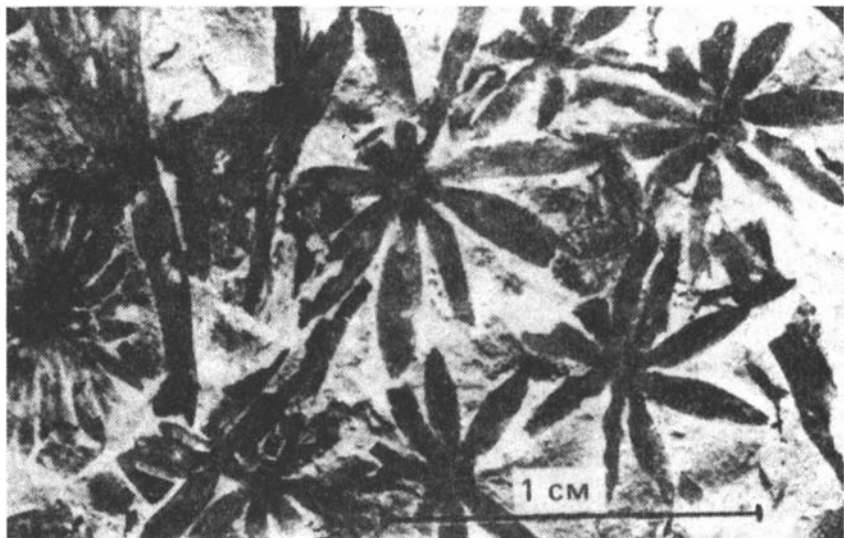


Рис. 4. Листва древних членистостебельных (рода *Annularia*) из Кузбасса (здесь и далее образцы из коллекции автора). Эти растения проникли в Сибирь во время потепления незадолго до конца каменноугольного периода

ках ведет к видообразованию, но не к быстрому прогрессу!»⁴

Можно найти и противоположные высказывания, отдающие тропикам первенство в происхождении принципиально новых форм, определивших главные магистрали дальнейшей эволюции. Это противоборство мнений в отношении высших растений опиралось преимущественно на географическое распределение современных форм и лишь от случая к случаю – на палеоботанические данные по отдельным группам. Однако и в этом случае речь шла лишь о тех растениях, которые сохранились с древнейших времен и которые сейчас покрывают Землю. Прежде всего – о покрытосеменных. Обсуждать, где могли возникнуть все группы высших растений, было нельзя из-за отсутствия достаточного количества фактического материала. Теперь положение изменилось, такой материал появился, и в обобщенном виде он представлен на первой схеме. Так вот, если критерием успешной прогрессивной эволюции считать появление новых групп высокого таксономического ранга (а не просто видообразование) и если проследить распределение таких групп во времени и пространстве по имеющимся конкретным палеоботаническим документам, то тропики можно считать колыбелью принципиально новых

⁴ Шмальгаузен И.И. Факторы прогрессивной (ароморфной) эволюции = снижение энтропии // Закономерности прогрессивной эволюции. Л. 1972. С. 10-11.

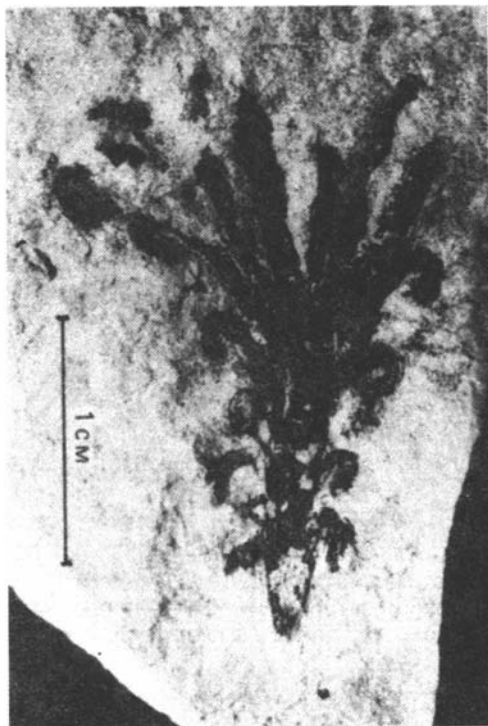


Рис. 5. Семеносный орган верхнекаменноугольного растения *Krylovia* из Тунгусского бассейна. Семена, сидевшие на концах крюковидных семяножек, опали

мезозое было весьма обычным длительное выживание примитивных типов во внеэкваториальных фитохориях. Это явление, названное автором «внеэкваториальным персистированием», лучше всего изучено у плауновидных, членистостебельных, папоротников и голосеменных. Так, сибирская флора конца палеозоя сложена растениями, которые по уровню продвинутости отвечают гораздо более древним экваториальным растениям.

С высокой концентрацией относительно примитивных групп за пределами тропиков, особенно в Арктике, мы встречаемся и сейчас³. Да и хвойные леса умеренной зоны (в том числе и сибирская тайга) составлены отнюдь не самыми продвинутыми хвойными. Формы, близкие к нынешним соснам, елям, лиственницам и пихтам, известны с раннеме-

форм. При этом они не теряют и роли арены наиболее интенсивного видообразования.

Наоборот, из тех же документов видно, что в фитохориях умеренного климата отмечается не истинное появление новых групп высокого ранга, а их миграция из более низких широт. Те группы, которые впервые возникли в умеренных широтах, там же и вымирали, так и не проникнув в экваториальные области. Очевидно, в теоретических предпосылках тех, кто видел в тропиках «музей» и интенсивную эволюцию лишь на видовом уровне, есть существенные дефекты.

Правда, «музейную функцию» тропики также успешно выполняют. В них много архаичных растений. Но и примитивность растений умеренной и более близких к полюсам зон нельзя недооценивать. В палеозое и

³ Чернов Ю.И. Эволюционный процесс и историческое развитие сообществ // Фауногенез и филоценогенез. М.: 1984.

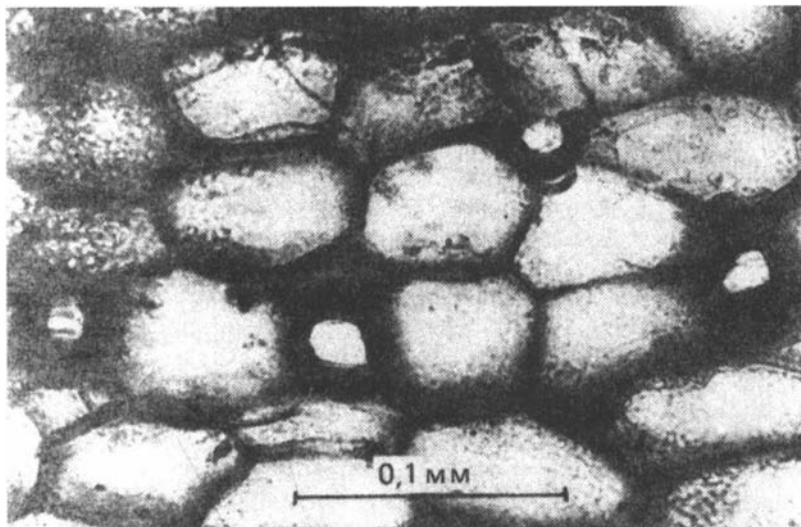


Рис. 6. Клетки кожицы с устьицами голосеменного растения *Phylloderma* из пермских отложений Малой Северной Двины. Эти растения, принадлежавшие порядку пельтаспермовых, были особенно многочисленны вдоль западной периферии Ангарского царства в поздней перми

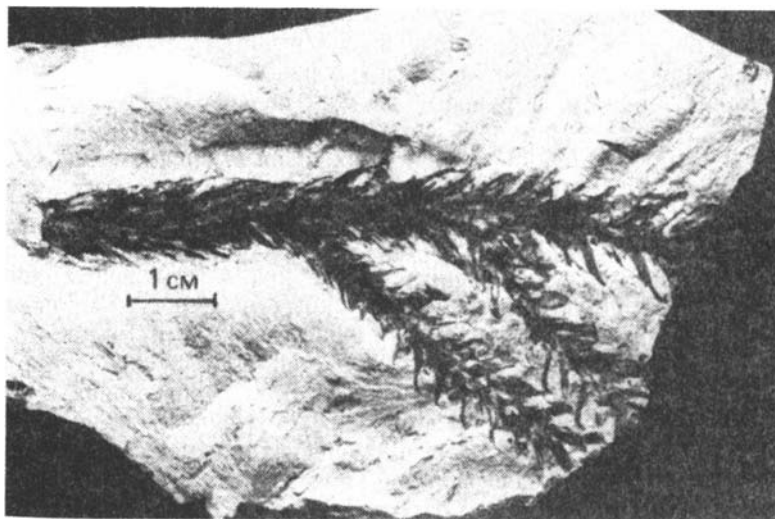


Рис. 7. Побег хвойного *Pseudovoltzia* из верхнепермских отложений Татарии. В пермском периоде хвойные еще населяли лишь более теплые, чем сейчас, районы с более сухим климатом; в Сибири их тогда еще не было

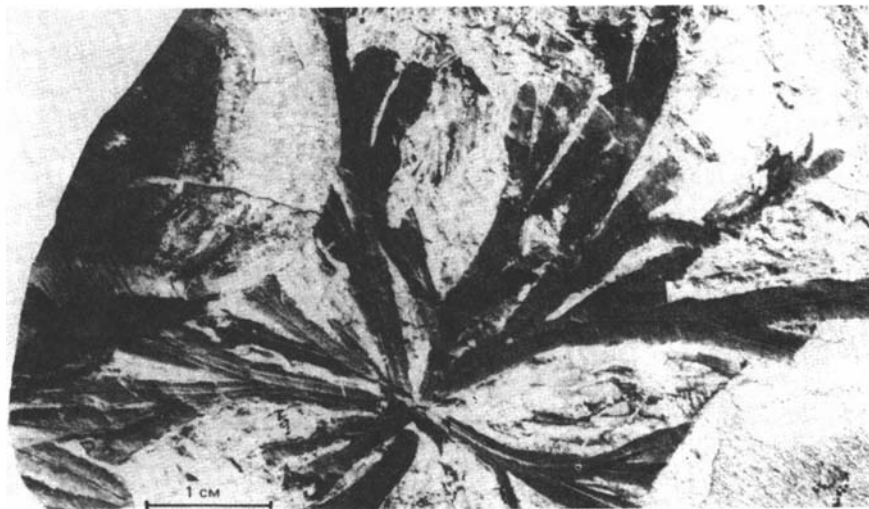


Рис. 8. Листья членистостебельного растения *Barakaria* из Кузбасса (начало ранней перми). Повторное вильчатое деление листовых пластинок – очень примитивный признак, свойственный в экваториальном поясе гораздо более древним членистостебельным

ловой эпохи. Наиболее продвинутых современных хвойных – кипарисовых – в лесах умеренной зоны мало, а достаточно далеко на север от них проникли лишь немногие виды отдельных родов.

У тех, кто непосредственно не связан с палеоботаническими исследованиями, может возникнуть сомнение в надежности приведенных данных о распространении тех или иных групп высших растений. Ведь всем известно, что геологическая летопись неполна. Это опасение было бы резонным, если бы речь шла о какой-то одной группе высших растений. Но мы видим одно и то же во всех крупных группах растений. Пока нет никаких разумных оснований считать, что перерывы в геологической летописи образуются специально таким образом, чтобы по каждой группе имитировать экваториальную «колыбель». Очень важно то, что выводы, полученные по макроостаткам растений, полностью согласуются с результатами изучения спор и пыльцы. В спорах и пыльце, в огромном количестве встречающихся в породах и изученных с большой полнотой, отражены и группы растений, макроскопические остатки которых палеоботаникам еще неизвестны. Тем не менее, мы снова видим все то же географическое и хронологическое распределение таксонов и морфологических типов. И среди спор и пыльцы все существенно новое сначала появляется в экваториальных фитохориях.

Расселение из «безморозной колыбели» можно показать на многих порядках высших растений. Здесь оно проиллюстрировано только на

растениях класса гинкгоопсид и отражено на третьей схеме.

К сожалению, об истории типов сообществ пока судить труднее, чем о возникновении таксонов, так как палеоэкологические и палеофитоценологические исследования сильно отстали от морфологических, таксономических и филогенетических. О самых общих тенденциях в развитии структуры растительных сообществ можно составить представление, взяв сразу очень крупные интервалы времени. Древнейшие высшие растения силурийского периода и раннедевонской эпохи, вероятно, чаще всего образовывали чистые заросли, в которых резко преобладал какой-то один вид. Это хорошо видно по характеру захоронения, в которых очень часто встречается лишь один вид растений. Той сложной мозаики различных видов, которую мы видим в современной травянистой растительности, в те времена явно не было, и когда возникли многовидовые сообщества травянистых растений, мы не знаем.

Первые леса появились в конце среднедевонской эпохи или в начале позднедевонской. И снова это была одновидовая древесная растительность, что хорошо видно по массовым захоронениям пней в прижизненном положении. Количество видов в древостоях оставалось довольно низким и в каменноугольном периоде, причем даже в тропиках, где было не больше видов, чем сейчас в лесах умеренного климата. Мы не знаем, когда сложилась современная структура растительных сообществ с их отчетливой дискретностью в лесах умеренной зоны и с преобладающей непрерывностью в тропических лесах и травянистых ассоциациях умеренного климата. Но сравнение того, что известно о растительных сообществах прошлого, с картиной современных сообществ, показывает, что наиболее продвинутые типы организации сообществ сначала появлялись в низких широтах и отсюда эти типы фитоценотической организации смещались во все более высокие широты. Чем ближе к полюсам, тем отчетливее проявляется сейчас и разделение растительного покрова на вертикальные ярусы. Ярусность нынешних тропических лесов более размыта или вовсе отсутствует. В позднедевонскую эпоху основной древостой резко выделялся среди мелкорослых прочих растений всюду, где вообще были леса, т.е. прежде всего в экваториальной зоне и вблизи нее.

Детализировать и подробнее обосновать обрисованную общую картину эволюции растительного покрова Земли в одной журнальной статье невозможно. К тому же, многие накопившиеся наблюдения еще ждут своего анализа и обобщения с предлагаемой здесь точки зрения. Однако о некоей общей тенденции, вырисовывающейся из массы собранного палеоботанического материала, уже можно говорить. Экваториальная зона сейчас представляется главным источником таксономического состава растительного покрова континентов и местом всех «экспериментов», касающихся общей организации растительного покрова. Отсюда таксоны расселялись в более высокие широты, подвергаясь по мере продвижения к полюсам все менее и менее значимым эволюционным преобразованиям.

Отсюда же распространялись и типы фитоценотической организации.

Интересно, что по мере следования к северу меняются и критерии, по которым мы различаем фитохории. В более высоких широтах провинции и округа позднего палеозоя и мезозоя в значительной мере выделяются не столько по присутствию своеобразных местных (эндемичных) растений, сколько по постепенному выпадению таксонов из флоры. Это своеобразие не богатства, а бедности флоры. Отчасти то же наблюдается и в современном районировании. Так, во всей Циркумбореальной области, охватывающей сейчас почти всю сушу севернее широты 50°, нет ни одного эндемичного семейства, а эндемичных родов немного. В циркумполярной Арктической провинции есть лишь один эндемичный род, да и то небольшой⁶. Степень эндемичности в фитохориях высоких широт Южного полушария более высока (так было уже в палеозое), но это не меняет общей закономерности.

«ФИТОСПРЕДИНГ»

И снова приходит в голову сравнение с тектоникой плит. Она была порождена идеей спрединга, расширения, растекания океанического ложа в обе стороны от осевой (рифтовой) зоны. То, что мы видим в отношении растительного покрова Земли, это как бы ботанический спрединг, где роль рифтовой зоны играет экваториальный пояс и прилегающие к нему районы. Этот «фитоспрединг», действующий с девонского периода и особенно интенсивно с начала каменноугольного, функционирует и сейчас.

Изложенный общий механизм осложняется массой дополнительных, четче вырисовывается в эпохи усиления климатической зональности и затухает при ее ослаблении. В механизм «фитоспрединга» вмешиваются горизонтальные перемещения литосферных плит, различные другие палеогеографические перестройки, образование гор (расселение растений по горным цепям нарушало общую широтную картину), астрономические факторы, но главная закономерность просвечивает через все эти «шумы».

Очевидно, основной источник «фитоспрединга» – расположение самых крупных климатических зон на Земле и зависимость растений и их сообществ в первую очередь от температурного режима и условий увлажнения. Это – главные лимитирующие факторы. В экваториальных фитохориях при достаточном количестве дождей таких ограничений меньше, и эволюция «отпускает тормоза». Чем дальше от экватора, тем чаще и сильнее работают тормоза в виде абиотических факторов отбора. Здесь мало возможностей для эволюционных экспериментов, отбор сразу пресекает смелые попытки. И снова аналогия с современным растительным миром: структуры, появляющиеся как уродства у растений умеренных зон и немедленно отсекаемые отбором, благоденствуют сре-

⁶ Тахтаджян А.Л. Флористические области Земли. Л.: 1978.

ди растений тропиков и характерны для особых видов и родов. Очевидно, в тропиках отбор преследует лишь чрезмерные вольности спонтанного образования форм.

Особая роль в генерации новых форм иногда отводится экосистемам, расположенным на границе тропических дождевых лесов с более сухими ландшафтами. Тепла и влаги здесь было достаточно для ослабления абиотического отбора, а появлявшиеся новые формы могли легко проникать и в увлажненные леса, и в более сухие районы. Приспособленность к сухим сезонам давала предпосылки для жизни и в сухом климате, а также и для движения в более холодные зоны, поскольку адаптации к сухости одновременно могут открывать возможности и к перенесению низких температур. В некоторых отношениях для растений холод и сухость это как бы один враг.

Очень соблазнительно распространить все сказанное и на остальной органический мир. Но это будет явной ошибкой. Если модель экваториального спрединга может подойти к значительной части живущих на суше животных, грибов и водорослей, то к населению океанов ее прямое приложение маловероятно. В океанах многое зависит не столько от широты и климата, сколько от глубины дна, от циркуляции водных масс. Одно дело мелководный шельф и другое – большие глубины. Расположение глубоководных областей контролируется тектоникой. Тектонический фактор особенно усиливается по сравнению с климатическим в эпохи сглаживания климатической зональности. Для населения океанов, как, впрочем, и для животного населения суши, еще не строились аналоги флорогенетических деревьев, специально не анализировались относительные уровни появления одних и тех же групп в разных зоохориях на материале, касающемся всех групп. Поэтому сейчас нельзя соединить модели флорогенеза и фауногенеза в некую сводную модель «биотогенеза». Это дело будущего.

Решающая роль в формировании разнообразия растительного мира, которая отводится в модели «фитоспрединга» экваториальным биотам, конечно, еще нуждается в подтверждении. Если она подтвердится, это будет иметь немалый смысл в стратегии охраны природы в масштабе планеты. Защита экваториальной биоты станет необходимой не только для сбережения всего того, что там живет сейчас, но и для сохранения главных генераторов будущего разнообразия растительного мира Земли. Уничтожить «колыбель» еще более рискованно, чем «музей».

В заключение хотелось бы предупредить возможность неправильного понимания основного смысла статьи. В ней шла речь о формировании флор, о географической приуроченности образования новых таксонов высокого ранга, но не о причинах образования новых форм, новых таксономических групп. Это совсем разные вещи. В литературе растет чис-

ло статей и даже книг, авторы которых хотят объяснить саму эволюцию организмов, появление новых таксонов, включая человека, разными единичными внешними факторами. Авторы этих работ уверены, что нашли ключ, отпирающий самые хитроумные эволюционные замки. В качестве подобных ключей рассматриваются кислородный режим атмосферы, климатические флуктуации, меняющаяся радиоактивность среды и многое другое. Я не собираюсь оспаривать такие гипотезы (к которым отношусь весьма скептически) и уж тем более не предлагаю механизм вроде «фитоспрединга» вместо предлагавшихся, якобы универсальных, факторов. Почему происходит эволюция высших растений, почему прогимноспермы преобразовались в позднем девоне в голосеменные и что стимулировало возникновение покрытосеменных в начале мелового периода – все это совершенно иные вопросы, к решению которых модель «фитоспрединга» (или иные модели эволюции растительного покрова в целом), может быть, и не имеют прямого отношения. Прямо связывать одно с другим мы пока не можем. Механизмы появления новых таксонов и закономерности их расселения – это разные уровни общего процесса эволюции растительного мира. Как связать эти уровни и соединить, скажем, эволюционную морфологию растений с палеофитогеографией, пока неизвестно.

КУНСТКАМЕРА ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ ИЛИ ИНСТРУМЕНТ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ?¹

Основа основ любой научной дисциплины – возможность проверки сообщаемых наблюдений и выводов. Слишком много было в истории науки невольных ошибок и даже умышленных мистификаций, чтобы ученые верили друг другу только на слово. Именно поэтому физик описывает установку, на которой был получен новый эффект, историк воспроизводит найденный первоисточник, биолог публикует рисунок или фотографию нового вида организма. Без этого никто бы не поверил в открытие рентгеновых лучей, писем на бересте, живое ископаемое латимерию, как сейчас вполне обоснованно скептически относятся к устным свидетельствам людей, якобы видевших снежного человека или летающие тарелки. В подтверждении – ясном, документальном, не оставляющем места для кривотолков, – нуждается каждая научная дисциплина. В одних случаях проверяющий справедливо требует – «докажите!», в других случаях – «покажите!»

Представим теперь себе такую нелепую ситуацию. Археолог нашел уникальную берестяную грамоту, прочел ее, переписал, сфотографировал и... отправил в мусорную корзину. Этого не может быть, скажет любой. Ведь совершенно ясно, что нельзя за один раз извлечь из документа абсолютно все. Сейчас нас интересует содержание грамоты, завтра – написание каких-то букв, послезавтра – изотопный состав углерода в бересте, а что понадобится потом – никто не ведает. Поэтому не случайно хранятся подлинники, не случайно разрабатываются такие методы их консервации, которые обеспечат максимальную сохранность в течение многих лет.

Но если несколько слов, нацарапанных на бересте или выдавленных на глиняной табличке, требуют повторного обращения к подлиннику, то что же можно сказать о найденном новом растении или животном, изученных окаменелостях или горных породах. Специалист, заявляющий, что он извлек из объекта все, что требуется и когда-либо потребуется, – в лучшем случае невежда.

Обработанный материал не умирает с выходом в свет соответствующей статьи или монографии. Наоборот, порой коллекция гораздо ценнее, чем посвященная ей статья. Ведь в науке не бывает окончательных выводов. Раньше или позже, в большей или меньшей мере, но под сомнение ставится все, в том числе и прямые наблюдения. Сплошь и ря-

¹ «Природа». 1973. №12. С. 70-73.

дом только повторное изучение того же самого объекта может вынести приговор – оправдательный или обвинительный – прежнему наблюдению и основанному на нем выводу. И далеко не всегда изученный раньше объект можно заменить другим, кажущимся идентичным. Ведь нужно еще доказать, что дубликат действительно повторяет оригинал.

Последнее обстоятельство особенно важно в систематике организмов. Количество описанных в литературе родов и видов современных и ископаемых организмов исчисляется миллионами, при этом каждый род, вид, семейство, словом, каждый таксон должен иметь только одно законное название. Это основа основ, непреложное правило зоологической и ботанической номенклатуры. Двусмысленность названия в систематике – всегда источник путаницы, нередко с далеко идущими практическими последствиями. Такой путаницы уже сейчас в литературе немало. Для очень многих животных и растений предлагалось по несколько названий. И, наоборот, под одним видовым названием сплошь и рядом описываются различные виды, а в палеонтологии – даже роды, семейства и таксоны более крупного ранга.

* * *

Процедура снятия всех таких противоречий строго регламентируется международными кодексами номенклатуры, и принципиальное решение подобных проблем было найдено уже давно – это сочетание принципа приоритета и метода номенклатурных типов. Если два организма, имевшие до сих пор одно название, оказались разными, то прежнее название не уничтожается и не заменяется двумя новыми, а остается за одним из этих организмов, – за тем, который был когда-то выбран номенклатурным типом (официальным носителем данного названия), или по наблюдаемым признакам соответствует номенклатурному типу. И другой случай: если два организма, описанные под разными видовыми названиями, оказались принадлежащими к одному виду, то упраздняются не оба названия, а лишь то, которое было предложено позднее, т.е. не имеет приоритета. Эта процедура применима не только к видам, но и к внутривидовым единицам, а также родам и семействам. В обоих случаях приходится обращаться к номенклатурному типу – типовому роду, типовому виду или типовому экземпляру. Не показав тождества, а точнее, принадлежности к одному виду, голотипов (типовых экземпляров) двух видов, до этого казавшихся самостоятельными, систематик не имеет права упразднить одно из видовых названий. Точно так же при разделении прежнего вида на два или более новых систематик обязан показать, что типовой экземпляр действительно попадет в тот самый «дочерний» вид, за которым сохранено старое название.

Принцип приоритета и метод номенклатурных типов на первый взгляд усложняют решение систематических и номенклатурных проблем. Но многолетний опыт систематики показал, что иной возможности упорядочить систематику организмов, как современных, так и ископаемых, нет. Только таким образом удалось предотвратить номенклатурный хаос, когда в прошлом веке вспыхнула эпидемия по переименованию растений (см. предисловие И.А. Линчевского к русскому переводу «Международного кодекса ботанической номенклатуры», М.-Л., Изд-во АН СССР, 1959, стр. 9). Только благодаря принципу приоритета и методу типификации систематики могут понимать друг друга.

Но этот принцип и этот метод бессильны, если не хранятся описанные в литературе экземпляры современных и ископаемых животных и растений. Правда, в редких случаях, например, у некоторых водорослей или бактерий, сохранить экземпляр не удастся, но тогда должны храниться с той же тщательностью оригинальные изображения – фотографии, рисунки. Необходимость тщательного сохранения изученного и описанного материала, особенно типового, специально оговаривается в международных кодексах.

Из сказанного ясно, почему люди едут за тридевять земель, чтобы посмотреть коллекцию, описанную пусть даже в незапамятные времена. Не увидев своими глазами типового или иного давно описанного и вроде бы неплохо изображенного экземпляра, сплошь и рядом нельзя поставить точку в исследовании, принять решение, часто имеющее немалое теоретическое и практическое значение. Именно поэтому музеи давно уже утратили значение всего лишь просветительских кунсткамер (впрочем, Петр I, организовавая свою знаменитую Кунсткамеру, забылся отнюдь не только о популяризации науки). Музеи всегда были действенным и совершенно необходимым инструментом науки.

Наверное, нет такого ботаника, да и вообще биолога, с законченным высшим образованием, который не слышал бы о псилофитах – примитивных предках высших наземных растений. В популярных книжках, вузовских учебниках, сводках и справочниках сотни раз изображалась реконструкция самого известного псилофита – вида *Psilophyton princeps* Daws., впервые описанного и реконструированного канадцем Дж. Доусоном еще в середине прошлого века. Сомнения в правильности реконструкции возникали уже давно. Но только в 60-х годах нашего века тщательное переизучение образцов и препаратов, описанных Доусоном, показало американским палеоботаникам Ф.М.Хюберу и Х.П. Бэнксу, что под одним видовым названием были описаны и искусственно воссоединены в одно растение три совершенно различных растения. Если бы образцы и препараты Доусона не сохранялись в течение целого столетия в небольшом музее Макгилльского университета, установить эту ошибку было бы совершенно невозможно.

Иногда возможность повторного изучения образцов в музеях при-

водит к далеко идущим выводам. Еще в прошлом веке появились высказывания о близком родстве верхнепалеозойских растений древних материков Ангарида (Северная Евразия) и Гондваны, в частности п-ова Индостан. Для исторической геологии и особенно для палеогеографических реконструкций этот факт имел бы большое значение. Ведь общность растений означает наличие прямой связи между материками, сходство климата, возможность прямых стратиграфических сопоставлений и т.д. Не буду пересказывать историю того, как родились сомнения в справедливости этой гипотезы. Скажу только, что в 1966 г. мне довелось поработать в индийских музеях и увидеть голотипы и другие оригиналы гондванских растений из числа тех, которые считались родственными ангарским. И тут оказалось, что при первом описании не были отмечены малозаметные, но исключительно важные с точки зрения современной систематики детали. В одном случае жилкование листьев оказалось немного другим, в другом случае исследователи не обратили внимание на микроструктуру отпечатка, в третьем – перышки папоротниковидного растения при захоронении надвинулись на стержень вайи, и первичное их строение нарушилось, что не было отмечено, и т.д. Короче говоря, из всех традиционно считавшихся общими для Ангарида и Гондваны родов растений лишь два можно было пока признать близкими. Но и здесь остались сомнения, так как у одного из родов вообще недостаточно надежных систематических признаков, а индийские образцы, принадлежащие другому роду, оказались утраченными. Связь гондванских и ангарских флор оказалась чистой фикцией, и этот факт в числе прочих значительно подкрепил гипотезу дрейфа континентов.

А теперь об обратных случаях. Примерно треть палеонтологов, работающих в геологических организациях нашей страны, занимается спорово-пыльцевым анализом. В литературе описаны тысячи формальных видов спор и пыльцы. Но, к сожалению, до сих пор в разных лабораториях используются разные классификационные схемы. Одни палинологи обозначают споры и пыльцу самостоятельными (формальными) родовыми и видовыми названиями, другие используют названия, ранее введенные для других типов растительных остатков или для ныне живущих растений. При этом часто получается, что один и тот же экземпляр разные палинологи назовут совершенно по-разному. Этот разноречивый в систематике приводит к тому, что нередко один палинолог не может пользоваться списком родов и видов, составленным другим палинологом. Поскольку сравнение списков далеко не второстепенное дело в практической палинологии, в том числе при стратиграфическом сопоставлении толщ, содержащих, скажем, такие полезные ископаемые, как нефть, газ или уголь, то неупорядоченность номенклатуры ископаемых спор и пыльцы ощутительно бьет по государственному карману. Надо эту номенклатуру упорядочить, и сразу возникает необходимость переизучения типового материала, особенно тех родов и видов, которые были описаны на заре развития прикладной палинологии.

Но тщетно будет палинолог искать препараты не только тридцатилетней давности, но и те, которые содержат голотипы видов, описанных всего несколько лет назад. В подавляющем большинстве случаев он не найдет ни препаратов, ни пробирок с мацерированным осадком, ни оставшихся дублетных образцов. Многие роды и виды описывались по временным препаратам, которые вообще не могут быть сохранены. В других случаях препараты не были приготовлены с соблюдением необходимых норм консервации и быстро пришли в полную негодность. В третьих случаях палинолог держал препараты при себе, а после его ухода никто не позаботился сдать их в музей. В четвертом – случилось еще что-то, и т.д.

Потери от этого, ставшего уже традиционным, невнимания к сохранению препаратов очень велики, причем дело не только в деньгах, но и в престиже отечественной науки. Ведь сохранение материала – это необходимое условие сохранения приоритета. Утрачен экземпляр, являющийся номенклатурным типом, и у каждого последующего исследователя появляется возможность игнорировать соответствующий таксон, что делается вовсе не из-за плохого характера. Просто со временем становятся иными ключевые систематические признаки, не отмеченные в первом описании и не видные на изображениях (ведь в палинологических работах даже 70-х годов вместо качественных фотографий или точных рисунков то и дело даются грубые зарисовки, не содержащие нужных деталей). Нет типового экземпляра, нет хороших иллюстраций, и вид, род превращается в то, что иногда называют *nomen vanum*, – пустое, ничего не значащее, бесполезное название, имя которому легион.

Так бессмысленно погибли многие впервые открытые нашими палинологами роды и виды. Справедливости ради скажем, что это беда и во многом вина не только одних палинологов. Каждый специалист по систематике, будь то ископаемых или современных организмов, без труда укажет многочисленные случаи утраты номенклатурных типов, первичных материалов, расскажет о своих мытарствах в поисках ранее описанных коллекций, о нерешенных по этой причине важнейших проблемах, о потере приоритета, времени, средств.

Наиболее тяжелое положение, пожалуй, сейчас сложилось с длительным хранением коллекций, собираемых геологами. В Москве трудится несколько тысяч геологов. Каждый год они привозят из экспедиций огромное количество образцов, причем самый дешевый из них уже обошелся государству в 5–10 руб. За кусок породы размером со спичечный коробок из скважины, пробуренной в труднодоступном районе, государство уже заплатило 30–40, а то и больше рублей. Изучение этого образца может обойтись еще дороже. Ежегодно геологи обрабатывают материал стоимостью во многие миллионы рублей. Результаты включаются в отчеты и публикации, а дальше исходные коллекции, повалявшись год-другой без присмотра в шкафу, в подавляющем большинстве случаев заколачиваются в ящики и отправляются на склады, заслужи-

вающие мрачное, но вполне подходящее прозвище – «братские могилы». Справедливости ради заметим, что Москва – не исключение в этом вопросе. В других городах дело обстоит не лучше. В научных центрах АН СССР в Новосибирске, Хабаровске, Свердловске при широкой постановке геологических исследований имеются в лучшем случае кустарные музейчики без какого-либо штата специально подготовленных сотрудников.

В чем же причина этой удивительной непредусмотрительности, этого неразумного легкомыслия в сохранении ценнейших материалов? Есть ли возможность если не восстановить утраченное, то хотя бы предотвратить дальнейшие потери? Ведь не всюду происходит такое бездумное несохранение, а в сущности уничтожение естественноисторических документов. В самом деле, ведь хранятся же в Центральном научно-исследовательском геологоразведочном музее им. Ф.Н.Чернышева в Ленинграде сотни тысяч образцов в течение многих десятилетий. Удалось же организовать ответственное хранение коллекций в Зоологическом институте АН СССР, где работа по консервации материалов – святая святых каждого сотрудника. Ведь недаром в естественноисторическое отделение Британского музея ежегодно приезжает с научно-исследовательскими целями 16–17 тыс. человек. Речь не идет о посещении этого отделения музея обычными любознательными людьми, их в год бывает около миллиона. 16–17 тыс. приезжают именно работать с коллекциями, и руководство музея даже рассылало в разные страны просьбы как-то регламентировать командирование ученых, так как обслуживать такую ораву людей – дело непростое.

В чем же причина сложившейся ситуации с нашими научными музеями? Одна из главных причин видится мне в том, что со студенческих лет у ученых естественноисторического профиля не воспитывается должное уважение к систематике, ее значению, ее нормам, ее нуждам. Сплошь и рядом встречаешь биологов, имеющих самое смутное представление о правилах номенклатуры, об элементарных нормах научной документации. Составлять описи, каталоги, грамотно маркировать собранный материал, дать ему точную географическую привязку, уметь сохранить все это для будущих исследователей, – к этому никто не приучает естествоиспытателя с первых его шагов, а если и приучает, то по личной инициативе, обычно по своему собственному разумению. Уважение к исходным материалам, стремление облегчить последующим исследователям работу с ним – редкая черта среди наших естествоиспытателей. Лишь в отдельных учреждениях работа с коллекциями, организация музейного дела поставлены на должный уровень.

Может быть, это пренебрежение к музейному делу косвенно связано с неправильным пониманием того, что иногда называют «устаревшим». В эпоху невиданных темпов развития науки, когда статьи устаревают, не успев выйти в свет, понятие «устаревшего» невольно распространяется и на то, что принципиально устареть не может. И действи-

тельно, реконструкция Доусона безнадежно устарела и может даже служить великолепным примером неумышленной мистификации, но его образцы и препараты от этого приобрели еще большую ценность. Сейчас мы приняли результаты ревизии Хюбера и Бэнкса, поверили в их реконструкцию, признали их правыми. Но на каждого ревизора есть свой ревизор. Пройдут годы, и, может быть, в реконструкции Хюбера и Бэнкса всплывут неясности или противоречия. Придется снова кому-то идти в Макгиллский университет и снова доставать лоток с доусоновскими образцами. Ведь в науке ничего не делается раз и навсегда. В этом основа основ диалектики познания.

Утрата же исходных материалов всегда остается занозой в теле факта, наблюдения, вывода, обобщения. В предвоенные годы в среднекаменноугольных отложениях восточного склона Урала были найдены отпечатки, которые М.Д. Залесский определил как *Ulmannia*, – род хвойных, до того времени указывавшийся только в пермских отложениях. Это одно из характернейших растений верхнепермской флоры Западной Европы, а эта флора, в свою очередь, иногда считалась родоначальницей мезозойской флоры, современницы динозавров и ихтиозавров. Одна находка родила далеко идущие гипотезы. Почему бы не предположить, что Урал – прародина мезозойской флоры? Сама мысль – неплохая и косвенно подтверждается изучением раннепермской флоры Среднего Приуралья. Но уводить корни мезозойской флоры в средний карбон, т.е. еще на несколько десятков миллионов лет в глубь геологической истории, – дело слишком ответственное. Надо было снова посмотреть на определенные М.Д. Залесским образцы, обработать их современными методами и убедиться, что он не ошибся. Ведь даже самые опытные палеоботаники, бывало, принимали за хвойные типичные для карбона облиственные побеги плауновидных. Однако оригинальные образцы утрачены, а повторных пока никому найти не удалось. Так и продолжает переходить из одной работы в другую смущающее умы название *Ulmannia*.

Подобных случаев можно привести бесконечное множество. Нет первичных материалов, и никакими силами нельзя подтвердить или опровергнуть наблюдение. А ведь в будущем нас ждут еще более сложные проблемы. Цивилизация в своем наступлении, как бы мы ни старались охранять природу, неизбежно в ней что-то меняет. Сначала человек закладывает карьер и вскрывает когда-то скрытые от его взора пласты. То, что раньше можно было достать лишь с керном буровой скважины, теперь можно собирать прямо в стенке карьера. Но вот выработка закончена, и карьер рекультивируется. Тут бы и собрать как можно тщательней образцы и сохранить их на века. Но мне не известно случая, чтобы так делалось. Когда-то в обрыве Ленинских гор в Москве было интереснейшее обнажение юрских и меловых пород, на которое издавна водили московских студентов-геологов. После постройки канала Москва–Волга нижняя часть разреза ушла под воду. Потом склон покрыли дерном, берег украсили набережной. Тщетно наши потомки будут разыскивать об-

разцы из этого знаменитого в свое время разреза «на Воробьевых горах». Такая же судьба постигла все те классические разрезы, бывшие в Подмоскowie и являвшиеся геологическими памятниками, которые, оказавшись в черте Москвы, бесследно исчезли. Образцы из них если и хранятся, то лишь совершенно случайно и не благодаря, а вопреки общей музейной обстановке в столице.

Скоро мы будем праздновать 250-летний юбилей Академии наук СССР. Гостям, которые приедут на юбилей, нам есть что показать. Это современные лаборатории, огромные институты, укомплектованные кадрами высшей квалификации. Но не во всех отношениях мы сможем похвастаться. Мы не сможем показать гостям много просторных и специально оборудованных академических музеев – не выставок отдельных интересных объектов для просвещения широкой публики, а именно научных музеев – таких, которые с полным правом можно было бы назвать современным инструментом современной науки. Задачу создания таких музеев еще предстоит решить².

² Рекомендуемая литература: *Скворцов А.К.* Гербарий – основа систематической и географической ботаники // *Природа*. 1973. № 9; *Пидопличко И.Г.* Зачем нужны научные коллекции и музеев? // *Природа*. 1973. № 9; *Козлов М., Нинбург Е.* Ваша коллекция. М.: «Просвещение», 1971.

ЧТО СКАЖЕТ МНЕ МЕТОДОЛОГ?¹

Больные с интересом читают медицинскую литературу, особенно ту, в которой написано об их собственных болезнях. Интересно, и в самом деле, что же это со мной происходит и что меня ждет. Наверное, по той же причине ученых интересует литература о самой науке – ее философии, логике, истории, механизмах деятельности, обо всем том, что совершенно условно (и не совсем точно – только для удобства изложения) назовем *метанаукой*. Интересно же посмотреть в это науковедческое зеркало, а потом и работа идет осмысленнее.

В последние десятилетия особую популярность приобрели среди ученых, став чуть ли не бестселлерами, книги философа К. Поппера² и историка науки Т. Куна³.

Поппер⁴ еще в 30-х годах, а затем и в более поздних работах сформулировал некоторые требования к научному знанию. Наиболее важный способ научной работы, по его мнению, – пары сопряженных действий: сначала догадка, а затем ее опровержение в специальных проверках. Именно опровержение, а не подтверждение. Если догадка (гипотеза, интуитивная идея) выдержала проверки, значит, она может быть принята, по крайней мере до тех пор, пока ее не отвергнет очередная проверка. Этот экзамен на опровержение (*фальсификация*) – главный способ отличить научную идею от ненаучной. Поэтому самое ценное в науке – критicism, который должен продемонстрировать сам автор новой идеи, не дожидаясь, пока на нее набросятся с проверками другие. Традиционный эмпиризм провозглашал противоположный подход: искать все новые «за» в пользу гипотезы. Идея фальсификации оказалась весьма плодотворной, хотя Попперу и крепко досталось от его критиков.

С легкой руки Куна в обиходный язык науки и метанауки вошло слово «*парадигма*». Куна обвиняли в том, что парадигму он сам понимает по-разному, в одной только его книге «Структура научных революций» (она дважды выходила на русском языке) насчитали до двадцати пониманий. Но интуитивно примерно понятно, что имел в виду Кун. Парадигма – это что-то вроде некоторой общей, наиболее принятой, в

¹ «Знание-сила», 1986. №1. С. 21-22.

² Поппер К.Р. Логика и рост научного знания. Избранные работы. М.: «Прогресс», 1983. (Ред.)

³ Кун Т. Структура научных революций. М.: «Прогресс», 1975. Переиздано тем же издательством в 1977 г. (Ред.)

⁴ Карл Раймунд Поппер (Karl Raymund Popper, 1902-1994) – выдающийся австрийско-английский философ и эпистемолог (философ науки), представитель критического рационализма. (Ред.)

научном мире системы представлений по любому – конкретному или общему – вопросу. Парадигма включает в себя и фрагмент мысленной картины мира (в предельном случае – ее всю), и способы исследования, и систему оценки (?) научных утверждений. В спокойный период «*нормальной науки*» она направляет исследования и придает им смысл. Но рано или поздно она под давлением фактов или новых идей начинает уступать место своей преемнице, новой парадигме. Смена парадигм происходит революционно, и именно в этом – смысл *научных революций*. Куну также немало досталось от критиков, критика была порой жестокой и справедливой, но его общая идея о парадигмах и научных революциях удержалась, популярность ее до сих пор очень велика.

Есть другие методологи, труды которых не менее интересны, правда, не столь влиятельны.

С метанаучной литературой я столкнулся лет десять назад. Систематическим знакомством с ней похвастать не могу (ее слишком много, чтобы следить за ней без ущерба для своей работы), но в полном неведения меня уже трудно обвинить. Мои науковедческие экскурсии прошли несколько стадий. Сначала было первое знакомство и появление устойчивого интереса. Затем наметились более специальные интересы. Было любопытно читать, как философы трактуют все то, что происходит в эволюционной теории, которой я порядочно занимался. Но потом интерес к метанаучной литературе стал падать, что-то перестало в ней привлекать, как прежде. Вскоре я понял причину своего разочарования. Я читал очередную книгу по метанауке – очень толковую, с ясным изложением существующих взглядов и с оригинальными собственными мыслями автора. Я находил знакомое для себя, временами – поразительно знакомое и даже самостоятельно подмеченное и обдуманное, но все это касалось чего-то отдельного, а картина в целом была чуждой, «неродной», списанной не с тех наук – ботаники, палеоботаники, стратиграфии, палеогеографии, – с которыми я лучше всего знаком по собственному опыту.

Тогда я стал присматриваться к метанауке уже по-другому. На каком материале она строила свои заключения, выдавая их за общенаучные? Львиную долю материала предоставили ей физика, химия, математика. От биологии были взяты лишь отдельные главы, больше всех повезло эволюционному учению, меньше – генетике. Систематика и морфология организмов, эти краеугольные камни биологии, выпали почти совсем. О систематике напоминали разве что довольно-таки примитивные утверждения (примитивные с точки зрения теории, систематики) типа «все вороны черны».

Но у систематики есть своя теоретическая литература, в которой, что тоже любопытно, возвращенная на других питательных средах метанаука уже не так высоко котируется.

Конечно, вряд ли стоит палеоботанике конкурировать с физикой за внимание философов науки. Но раз они претендуют на утверждения, ка-

сающиеся любой науки, я вправе ожидать, чтобы эти утверждения были приложимы и к «моим» наукам, прежде всего – к палеоботанике.

Тогда я попробовал поискать в своей науке парадигмы и научные революции Куна, фальсифицирующие эксперименты Поппера, «исследовательские программы» его ученика Лакатоса⁵, «гибридизацию исследовательских традиций» М.А. Розова⁶ и многое другое, о чем я раньше читал. Нередко я находил хорошие палеоботанические примеры этих понятий, но в общие целостные концепции о том, как развивается и функционирует наука, палеоботанику можно было уложить лишь прокрустовым методом.

К сожалению, я очень плохо себе представляю, чем конкретно занимается в течение рабочего дня физик, как он делает свои наблюдения и выводы. Поэтому мне трудно судить о том, действительно ли он непрерывно идет указанным методологами путем проб и ошибок, догадок и опровержений. Приводимые самим Поппером примеры не слишком убедительны.

Во-первых, примеров он приводит не так уж много. И доказательны эти примеры могут быть лишь для физика-профессионала. Во-вторых, никак не доказывается, что нечто, приложимое к физике, приложимо к палеоботанике.

Методологи нарушают здесь одно из главных требований теории систематики. Систематик утверждает, например, что у всех организмов (кроме некоторых вирусов) есть ДНК, проведя выборочный анализ отдельных представителей немногих, но самых разных организмов. Если у человека, мухи, дрожжей, кишечной палочки и еще сотни другой столь же различных организмов есть ДНК, стало быть, она, скорее всего, повсеместна. Наверное, также стоило бы поступать и с разными науками, раз всем им приписывается единый механизм получения нового знания: в дополнение к физике стоило взять что-то заведомо от нее далекое. Тогда единство обнаруженной закономерности придало бы ей убедительную универсальность.

⁵ Имре Лакатос (Imre Lakatos, 1922–1974) – один из наиболее известных историков и философов науки, работавших в русле идей К. Поппера. По мнению Лакатоса, история науки является не сменой парадигм в понимании Куна, а сменой исследовательских программ, предписывающих какие пути наиболее перспективны для исследования. Исследовательская программа включает жесткое «ядро» условно непроверяемых основных положений или допущений и «защитную оболочку» из вспомогательных гипотез, функция которых – предохранять «жесткое ядро» от фальсификации. При этом сами вспомогательные гипотезы могут подвергаться модификации и частичной замене. В развитии исследовательской программы выделяются две стадии – *прогрессивная*, во время которой активно развивается ее «защитная оболочка», выдвигаются новые продуктивные гипотезы, – и *стадия вырождения*, на которой эти исследовательские процессы все больше замедляются и возрастает число так называемых гипотез *ad hoc* (выдвигаемых для объяснения данного случая). (Ред.)

⁶ Со взглядами М.А. Розова можно познакомиться по книге: *Розов М.А. Проблемы эмпирического анализа научных знаний*. Новосибирск.: «Наука». 1977. (Ред.)

И последнее, что меня особенно насторожило. Метанаучные концепции обосновываются большей частью на материале высочайших и величайших теорий. Это механика Ньютона, электродинамика Максвелла, специальная и общая теория относительности Эйнштейна и тому подобное. Так устаревшая историческая наука больше интересовалась деяниями императоров и великих полководцев во дворцах и на поле брани, чем жизнью простого люда в бедных хижинах и на сельском базаре. К «простому» научному люду обращается лишь науковедение, изучающее науку как социальное явление, но не философ науки. Даже если он возьмет не физику, а что-нибудь поскромнее, допустим, почвоведение, то и здесь он не снизойдет ниже работ корифеев – В.В. Докучаева, Д.Н. Прянишникова. И снова повседневность научной работы от него ускользнет.

Об этой повседневности, а не о редких моментах теоретического озарения гениев, я и стал думать больше всего. Важно, что речь идет не о социологическом аспекте научной деятельности, речь идет именно о познавательных механизмах повседневного исследования.

Что характернее всего для рутинного палеоботанического исследования в рядовой лаборатории? Вероятно, самое характерное – это отсутствие ясно сформулированных вопросов и уж, конечно, тех «догадок», которые надо в попытках опровержения проверять. По преимуществу дни палеоботаника проходят в работе по одному из трех направлений (или по всем трем сразу). Это изучение морфологии ископаемых растений, их систематики и стратиграфического распространения родов и видов. Все остальное становится главным смыслом работы лишь у единичных исследователей, имеющих максимальную свободу действий. Иногда это фитогеография, иногда палеоэкология растений, еще реже – разработка каких-то общих вопросов систематики, филогении, эволюции растений.

Как же идет рядовое, рутинное исследование? На рабочем столе появляется очередная партия образцов. Чаще всего просто требуется составить их список и заключить, какого они возраста. Попадется что-то новое – палеоботаник опишет.

Я не знаю, где в этой текучке, съедающей почти все время почти у всех палеоботаников, все те вызвышенные понятия, о которых вещает метанаука. Так мы работали в прошлом веке, так работаем и сейчас. В лабораториях постепенно появлялись микроскопы, разные химикалии, фотографическое оборудование; с годами перестраивалась, дополнялась, усложнялась система ископаемых растений; всплывали ранее неизвестные признаки растений, однако суть работы, методы мышления менялись мало и очень постепенно. Добросовестный, наблюдательный палеоботаник прошлого века оставлял труды, не устаревшие до наших дней.

Как назвать такой вид научной деятельности, я не знаю. Может быть, подходит слово «эмпиризм», тогда уж поистине «ползучий». Ведь и геологический разрез, и географическое пространство надо буквально исползать, чтобы получить что-нибудь интересное. Также исползать на-

до собранные образцы, сделанные микроскопические препараты и литературу, особенно если среди образцов встретилось что-то незнакомое и непонятное.

В этом непрерывном ползании происходят свои микроскопические события. Нередко одна микропарадигма сменяется другой, а какая-то микрогипотеза подвергается фальсификации. Скажем, раньше я думал, что на листьях вымерших растений кордаитов не бывает микроскопических зубчиков по краю листа. Это была, если хотите, микропарадигма (сравните с утверждением ранга макропарадигмы: «исходите из того, что у животных нет сознания»). Потом один из моих учеников такие зубчики случайно нашел, и вкуче с прежним знанием можно было сформулировать новую микропарадигму: «помните, что у всех голосеменных класса *Pinopsida* могут быть краевые микроскопические зубчики на листьях». Если бы от этих зубчиков зависели судьбы человечества (как от установления того факта, что антибиотики убивают микробов; логической разницы между обоими открытиями, заметьте, нет), то находка моего юного коллеги, может быть, заслужила бы титул научной революции, все бы набросились на изучение зубчиков, как в свое время навалилась всем фармацевтическим миром на антибиотики,

Конечно, можно было бы описать историю с зубчиками, пользуясь словами «гипотеза», «фальсификация», «опровержение». Но я-то знаю, никакой особой гипотезы об обязательном отсутствии зубчиков у кордаитов не было, как не бывает специальной гипотезы по поводу отсутствия любых ненаблюдаемых признаков у любых групп организмов. Мало ли чего у кого нет? У собак нет рогов, а у ромашки – глаз. Когда составляется диагноз вида, рода или иной систематической группы (таксона), то пишут о том, что есть, а не об отсутствии чего-либо.

Недавно я возился с одним любопытным хвойным из пермских отложений Приуралья. Строение найденной в мужских шишках пыльцы было для меня полнейшей неожиданностью, но никаких догадок не опровергало, так как их у меня вовсе не было. В лучшем случае было неосознанное ожидание встретить что-то более обычное для хвойных.

Основа нашей работы – не догадки и опровержения, а нечто вроде песни путешественника, который едет на ишаке и поет обо всем, что видит. Иногда результат вроде бы получается совершенно по какой-нибудь метанаучной схеме. Однако я убежден, что все это касается главным образом теоретической надстройки над фундаментальным палеоботаническим знанием, состоящим из характеристик родов, видов и иных таксонов, сведений об их распространении в геологическом разрезе и в географическом пространстве.

Если бы все сказанное касалось одной лишь палеоботаники, не стоило бы и затевать статью. Я взялся за нее в убеждении, что сказанное мною с должными дополнениями и поправками относится и ко многим

другим «малым» наукам⁷. Таковых расплодилось немало, и каждая из них родилась не из прихоти ученых, а в ответ на потребность растущего научного знания. Я не удивлюсь, если окажется, что и в недрах физики, как и других властительных дисциплин, можно обнаружить закутки, живущие по нормам «малой» науки. Наверное, стоило бы этим всем вплотную заняться. Иначе та общая картина науки, которую так важно обрисовать, будет в лучшем случае неполной, а в худшем – просто вводящей в заблуждение.

⁷ В другой работе С.В. Мейен сформулировал следующие основные черты «малых» наук, определяющие их специфику и интерес для философов и историков науки: 1) малочисленность активно работающих специалистов, которые обычно хорошо знают друг друга; 2) четкое деление поля деятельности на «сферы влияния»; 3) отсутствие разносторонней проверки полученных исследователем результатов независимыми наблюдателями; 4) значительное влияние на распространение и признание научных результатов и концептуальных представлений личностных качеств и взаимоотношений исследователей. См.: Мейен С.В. М.Ф.Нейбург – 40 лет служения «малой» науке // Страницы истории московской геологической школы. Очерки по истории геологических знаний. М.: «Наука». 1985. С. 62-79. (Ред.)

ИЗ ИСТОРИИ ПАЛЕОБОТАНИЧЕСКОЙ НАУКИ

Настоящий раздел составлен из кратких, посвященных юбилейным датам, очерков жизни и творчества и некрологов выдающихся палеоботаников, опубликованных С.В.Мейеном в разные годы на страницах "Палеонтологического журнала". Собранные вместе они рисуют панораму развития палеоботаники с начала XIX и до второй половины XX столетия.

Истории палеоботаники в России и за рубежом, а также научной деятельности отдельных палеоботаников посвящено немного специальных работ. На русском языке, помимо некрологов и главы об истории развития палеоботаники в учебнике А.Н.Криштофовича («Палеоботаника», 4-е изд., 1957), имеется ценная книга того же автора: «История развития палеоботаники в СССР» (1956). Ф.А. Станиславский выпустил научную биографию самого Криштофовича («Африкан Николаевич Криштофович», 1985).

Наиболее обширная и содержательная история преимущественно западноевропейской и североамериканской палеоботаники, написанная Т.Н.Эндрюсом, опубликована на английском языке (Andrews T.N. The fossil hunters. In search of ancient plants. Cornell University Press. Ithaca and London, 1980. 421 p. — в дальнейшем: Fossil hunters). (Ред.)

ДЖОН ЛИНДЛИ¹

Д. Линдли² (John Lindley, 1799–1865) по-существу является первым крупным английским ботаником, уделившим большое внимание ископаемым растениям. Он родился в Кэттоне (вблизи Норвича, Англия) в семье садовода. Его первым учителем был знаменитый ботаник У.Гукер. Многие годы Линдли сотрудничал в Королевском садоводческом обществе и был его секретарем. Кроме того, он в течение 30 лет заведовал кафедрой ботаники в Лондонском университете. Линдли опубликовал ряд классических работ по общим вопросам систематики растений и по систематике орхидных.

Совместный труд Д. Линдли и В. Геттона «The fossil flora of Great Britain» (1831–1837) является первой в Англии крупной сводкой по описательной палеоботанике, в которой впервые выделены многие широко распространенные виды ископаемых растений. Работы Линдли слави-

¹ Палеонтол. журн. 1965. № 3. С. 153.

² Биографические сведения о Д.Линдли были предоставлены автору проф. Т.М.Харрисом (Англия, Ридинг).

лись отличными иллюстрациями, выполненными им собственноручно. Именно благодаря высококачественным изображениям, сопровождаемым точными описаниями, работа Линдли и Геттона и теперь не потеряла своего значения. Однако в решении общих вопросов ботаники Линдли не выделялся среди современников передовыми взглядами, в частности, он отрицал идею эволюции.

* * *

Редакционное дополнение. По оценке одного из биографов Линдли, «его величайшая заслуга состояла в успешном установлении в своей стране естественной системы. Он обладал также счастливой способностью к популяризации и разъяснению чужих трудов, но его собственные идеи часто были весьма причудливы. Он был основательным последователем, но не лидером» (*Fossil hunters*. P. 81-82).

Вильям Геттон (*William Hutton*, 1797–1860) был агентом страховой компании, но при этом, не имея специальной подготовки, очень интересовался геологией. С 1823 по 1839 годы он жил в Ньюкестле и в свободное время собрал большую часть коллекции ископаемых растений, описанной в *"Fossil Flora"*. Собрав образцы и приготовив с них необходимые рисунки В.Геттон обратился за помощью к Линдли – одному из самых известных ботаников первой половины XIX столетия, что положило начало их сотрудничеству. В.Геттон внес большой вклад в организацию Общества естественной истории Нортумберленда, Дурхема и Ньюкестла (*Natural History Society of Northumberland, Durham and Newcastle*).

В палеоботанической литературе неоднократно отмечались многочисленные неточности и ошибки в рисунках *"Fossil Flora"*, а также отсутствие ссылок на конкретные местонахождения, что делало и делает эту работу гораздо менее ценной, чем она могла бы быть. В 1891 г. английский палеоботаник Р.Кидстон (*R.Kidston*) счел даже необходимым исправить некоторые из этих ошибок, опубликовав обширную «ревизию». По меткому выражению другого английского исследователя – А.Лонга (*A.Long*), «к сожалеению, Линдли знал только современные растения и его знание всегда являлось препятствием, грозящим правильной интерпретации ископаемых остатков. Другими словами, свет этого знания был своего рода тьмой и ископаемые всегда должны были говорить сами за себя – бедные создания!» (подробнее см.: *Fossil hunters*. P. 81–83). Предпринятая в *"Fossil Flora"* попытка Линдли распределить изученные ископаемые растения по «естественным» семействам и классам современных растений оказалась крайне неудачной.

РЕНЕ ЗЕЙЛЕР³

Р.Зейлер⁴ (Charles-Rene Zeiller, 1847–1915) – один из основателей современной французской школы палеоботаников. Он родился в Нанси (Лотарингия) в семье инженера, учился в одном из парижских лицеев, а затем окончил Политехническую школу. Большую часть жизни он работал в геологической службе. В 1871 г. его внимание привлекала небольшая коллекция ископаемых растений. Он вплотную занялся ею, и это решило его судьбу. С этого времени он стал совмещать свою работу в геологической службе с палеоботаническими исследованиями. С конца 70-х годов Зейлер начинает систематическое изучение флоры французского карбона. Для разработки стратиграфических схем карбона и перми Франции он сделал столь же много, как Г. Потонье по этим же отложениям Германии. Зейлером было предпринято детальное изучение угленосных бассейнов Валенсьен, Брив, Коммантри, Отэн и Эпинак и предложены обоснованные схемы параллелизации их разрезов. Через его руки прошли также

многочисленные коллекции из самых разнообразных мест земного шара: Южной Африки, Индии, Индокитая, Чили, России и т. п.

Зейлер не принадлежал к числу тех палеоботаников, которые прославлялись крупными открытиями. Тем не менее, его имя неизменно цитируется в большинстве работ по флорам карбона, перми и, в меньшей степени, мезозоя. Дело в том, что Зейлер провел систематическую ревизию многих растений, и предложенные им номенклатурные комбинации оказались на редкость удачными. Отчетливо сознавая, что без детального изучения ископаемых невозможно и их полноценное стратиграфическое использова-

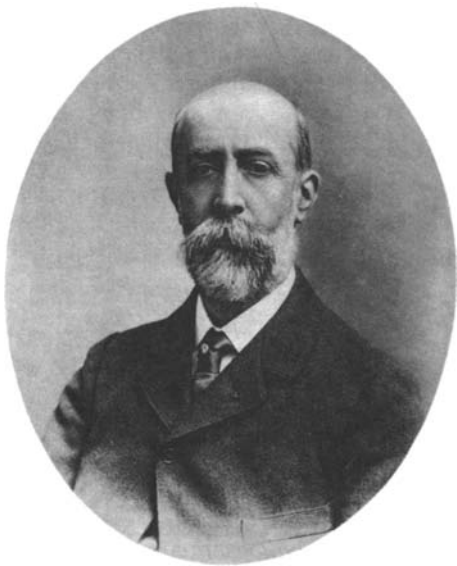


Рис. 1. Шарль-Рене Зейлер

3 Палеонтол. журн. 1965. № 3. С. 153.

4 В русской литературе нет устоявшейся транскрипции фамилии этого исследователя. По-видимому, целесообразно принять наиболее распространенное написание Зейлер. Более подробный очерк биографии и научного творчества Р.Зейлера, а также список его работ можно найти в работе: *Douville H. Rene Zeiller. Notice necrologique* // Bull. Soc. Geol. France, Ser. 4. 1917. Т. 17. № 6–7. Р. 301–320.

ние, Зейлер обращал внимание на анатомические и эпидермальные признаки, исследовал органы спороношения и споры из спорангиев. Особенно полно изучил он каменноугольные и пермские папоротники, птеридоспермы и лепидофиты.

Зейлер занимался и педагогической работой. В Национальной высшей горной школе он читал курс палеоботаники, положенный затем в основу учебника «*Elements de paleobotanique*».

Зейлер был действительным членом Парижской академии наук, главным горным инспектором, вице-президентом Главного горного совета, президентом геологического общества Франции.

* * *

Редакционное дополнение. Кроме Политехнической школы, Зейлер окончил Школу горных инженеров (*Ecole des mines*), где и заинтересовался ископаемыми растениями.

В 1871 г. Зейлер поступил на службу на Орлеанскую железную дорогу. Через год он перевелся в Службу наземной топографии угольных бассейнов Франции (Горную службу), где впоследствии продвинулся по административной лестнице, став в 1911 г. ее руководителем.

Во время франко-прусской войны 1870 года Р.Зейлер участвовал в прокладке подземных коммуникаций, связывавших Париж с крепостями на юге Франции.

По оценке известного американского палеоботаника Э.У.Берри, “профессор Зейлер был одним из первых, кто продемонстрировал решающую способность, с которой ископаемые растения могут использоваться в стратиграфической геологии” (*Fossil hunters*. P. 334).

По своим общебиологическим воззрениям Р.Зейлер был хотя и эволюционистом, но не дарвиновского толка. Он полагал, что в историческом развитии органического мира имели место резкие скачки (мутации или, точнее, – сальтации), которые приводили к мгновенному появлению не только видов, но и целых групп. Можно согласиться с выдающимся английским палеоботаником Д.Г.Скоттом, что хотя Зейлер “заходил слишком далеко в этом направлении”, он “сослужил хорошую службу науке, останавливаясь на значительных трудностях и сложностях, которые неизменно стоят на пути восстановления непрерывной филогении ископаемых растений” (*Fossil hunters*. P. 335).

По свидетельству того же Д.Г.Скотта, «как личность, Зейлер обладал величайшей обаятельностью манер, свойственные ему чувство собственного достоинства и любезность завоевывали сердца всех его коллег, многие из которых сохранили приятнейшие воспоминания о его теплой доброжелательности и гостеприимстве» (*Fossil hunters*. P. 335).

Р.Зейлер имеет особые заслуги перед отечественной палеоботаникой – его непосредственным учеником был известный русский палеобо-

таник Михаил Дмитриевич Залесский (1877–1946). Составленный Залесским палеоботанический атлас «Палеозойская флора ангарской серии» (1918) посвящен «незабвенной памяти великого учителя и друга, Charles Rene Zeiller, члена Института Франции, главного горного инспектора профессора Национальной Высшей Горной Школы».

ЙОЗЕФ АВГУСТ ШЕНК⁵

А.Шенк (Joseph August Schenk, 1815–1891) – один из ведущих палеоботаников девятнадцатого столетия. Он родился в небольшом городке Халлейн (недалеко от Зальцбурга) в семье главного горного администратора, позже императорского казначея. В юности Шенк иногда сопровождал отца в его поездках по горным предприятиям, и, может быть,

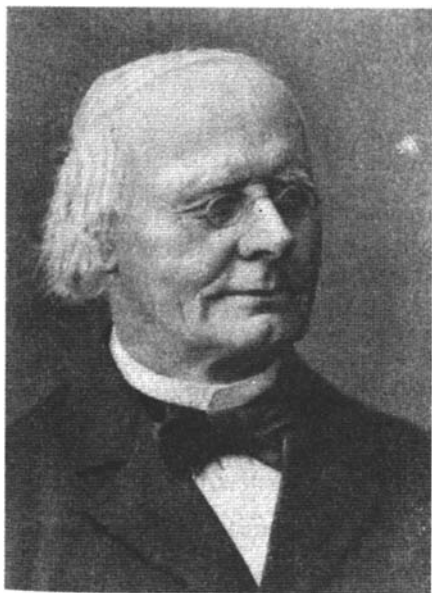


Рис. 2. Йозеф Август Шенк

именно это связало его более поздние интересы с палеоботаникой. Получив медицинское образование, но увлекаясь ботаникой⁶, он продолжал учиться в Берлине и в Вене. В последующие годы он был профессором ботаники сначала в Вюрцбурге, а затем в Лейпциге⁷.

Шенк обратился к палеоботаническим исследованиям уже вполне сформировавшимся исследователем современных растений, автором ряда интересных публикаций. Его первым палеоботаническим объектом была рэтская флора Южной Германии (Франконии). Четыре года он посвятил доведению до печати работы И.Л.Шенлейна о флоре пограничных слоев кейпера и лейаса. Шенлейн успел подготовить только таблицы изображений, а текст

⁵ Палеонтол. журн. 1965. № 3. С. 152. Более подробные сведения о биографии и научном творчестве Й.А.Шенка можно найти в работе: Drude O. 1891. August Schenk // Ver. Dtsch. Bot. Ges. Bd. 9. S. 15-26 (с портретом и библиографическим списком).

⁶ Свои ботанические исследования он начал у профессора Марциуса в Мюнхене. (Ред.)

⁷ Получив в тридцать лет должность профессора ботаники в Вюрцбургском университете, А.Шенк через несколько лет стал также директором Ботанического сада. Еще через 12 лет он занял кафедру ботаники в Лейпцигском университете. (Ред.)

Шенку пришлось создавать почти заново. Он впервые детально обработал также и другие кейперские, рэт-лейасовые и вельдские флоры, описал флоры Шпицбергена, Ливийской пустыни и Индии. Ему принадлежит также одна из первых работ по ископаемым флорам Китая, написанная на основе коллекции, собранной Ф. Рихтгофеном.

В последние годы жизни Шенк принимал участие в создании справочника К.Циттеля⁸, где он подверг критическому анализу все имеющиеся к тому времени данные по ископаемым покрытосеменным.

Шенк был очень тщательным и вдумчивым исследователем с ярко выраженным критическим складом ума. В его работах мы находим интересные мысли об основных принципах палеоботанических исследований. Он призывал к большей «ботанизации» палеоботанических работ, к тщательному морфологическому анализу ископаемых растений. Подавая сам пример в этом отношении, он подвергал справедливой критике и упрекал в схематизме таких палеоботаников, как О. Геер, К. Эттинсгаузен и Г.Сапорта⁹.

АЛЬБЕРТ ЧАРЛЬЗ СЬЮОРД¹⁰

А.Сьюорд (Albert Charles Seward) родился 9 октября 1863 года в Ланкастере, где и окончил среднюю школу. После окончания колледжа в Кембридже он чуть было не стал петрографом, но профессор Т. МакКенни Хьюгс¹¹ посоветовал ему обратиться к палеоботанике. В течение года его занятиями руководил основатель современной английской палеоботаники У.Уильямсон. Следующий год А. Сьюорд посвятил изучению основных музеев на материке. В это же время он установил контакты с большинством европейских палеоботаников. Первые публикации Сьюорда были посвящены палеозойской флоре. Им были изучены представители самых разнообразных групп растений (*Calamites*, *Cyclopteris*, *Rachiopteris*, *Lomatophloios*, *Myeloxylon* и др.). В дальнейшем Сьюорд

⁸ Zittel K.A. Handbuch der Palaeontologie. Abt. II. Palaeophytologie. Verlag von R.Oldenburger. Muenchen und Leipzig. 1890, 958 S. (Ред.)

⁹ Еще одним известным палеоботаником, попавшим под критические стрелы А.Шенка, был Франц Унгер (F.Unger). По свидетельству О.Друде, хотя Шенк был дружелюбным и добросердечным человеком, он был известен своим сарказмом. Шенк показал, что многие таксоны, установленные указанными авторами, являются нигде не годными. (Ред.)

¹⁰ Палеонтол. журн., 1964. № 1. С. 146-147. Более подробные сведения о жизни и научном творчестве А.Ч.Сьюорда можно найти в работах: E.(Edwards) W.N. Albert Charles Seward // Proc. Geol. Soc. London. 1941. V. 98. P. 78-81; Kraeusel R. / Sir Albert Seward, 1863-1941 // Ber. Dtsch. Bot. Ges. 1956 (1955) Bd. 68a. Hft. 2. S. 101-104; Thomas H.H. 1941. Albert Charles Seward, 1863-1941 // Obituary notices of fellows of the Roy. Soc. V. 3. № 10. P. 867-875. Bibl. – p. 875-880.

¹¹ Т. MacKenny Hughes – профессор геологии в Кембриджском университете. (Ред.)

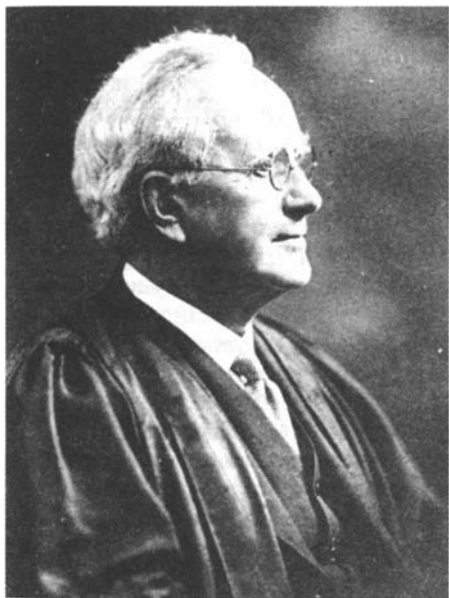


Рис. 3. Альберт Чарльз Сьюорд

делает больший упор на изучение мезозойских и прежде всего меловых (вельдских) флор. По справедливому замечанию К. Мэгдефрау, именно благодаря работам Сьюорда мы получили цельное представление о вельдской флоре мира. С 1890 г. он читает университетский курс ботаники, а с конца 90-х годов начинает, отчасти со своими учениками, серию исследований современных представителей групп растений, которые являлись господствовавшими в прежние геологические эпохи (араукариевые, гинкговые, осмундовые, матониевые и др.).

Интересы Сьюорда в палеоботанике и геологии были необычайно широки. Через его руки прошли многие десятки коллекций из всех частей земного шара, в том числе из Рос-

сии. Личное знакомство с основными элементами флоры всех возрастов и регионов, прекрасная память, безукоризненное знание литературы, необычайная методичность и порядок в работе позволили ему создать уникальный четырехтомник «Fossil plants» («Ископаемые растения»). Этот труд – не просто компилятивный синопсис, а сводка, содержащая массу нового оригинального материала, который мог бы лечь в основу большого числа статей. К началу нашего века палеоботаническая литература была уже достаточно обширна и в то же время уже изрядно засорена. Поэтому требовалось проведение как обобщения, так и ревизии всего накопившегося материала. Именно такая работа и была проделана в «Fossil plants». Здесь очень удачно сочетаются точность и краткость изложения, масса иллюстраций, обширный библиографический указатель. Естественным завершением «Fossil plants» явилась книга «Века и растения» («Plant life through the ages»), содержащая изложение исторических, эволюционных и биогеографических основ палеоботаники. В предисловии к русскому изданию этой книги¹² А.Н.Криштофович подчеркивает, что ни одна из имеющихся «книг, развертывающих историю растительного мира, – не дает еще такого полного и вместе с тем легко

¹² Сьюорд А. Ч. Века и растения. Обзор растительности прошлых геологических периодов. М.-Л.: ОНТИ-НКПТ, 1936. 551 с. (Ред.)

доступного материала, как книга проф. А.Ч.Сьюорда, одного из лучших палеоботаников мира...". В этом труде особенно выпукло выступают черты Сьюорда как талантливого ученого и блестящего популяризатора. Популяризации своей науки Сьюорд посвятил много времени и мыслей. Он был превосходным лектором и преподавателем и воспитал целую плеяду палеоботаников, среди которых были такие специалисты с мировыми именами, как Б. Сани, Х. Томас, Т. Харрис, Д. Уолтон и др. Сьюорд был прекрасным организатором. По этому поводу знаменитый немецкий морфолог К.Гебель остроумно заметил, что если Германии и Англии придется воевать, то он будет молиться, чтобы Сьюорда не назначили главнокомандующим. Сьюорд был обаятельным, душевным человеком, эрудированным и остроумным собеседником. Он интересовался историей архитектуры и написал ряд работ на эту тему. А.Ч. Сьюорд был членом многочисленных советов и комиссий, вел колоссальную научно-организаторскую и педагогическую работу. Можно только удивляться тому, как он умел выкраивать время для высокопродуктивной научной работы. Когда его спрашивали об этом, он часто говаривал, что «секрет успеха – остаться молодым». Это был человек идеальной организованности. Накануне кончины он закончил рукопись популярной книги по геологии и еще одной работы, ответил на все письма, стол его был прибран. Умер он внезапно в возрасте 77 лет 11 апреля 1941 г. Это была большая утрата для науки¹³. Многочисленные друзья, коллеги и ученики тяжело переживали его смерть.

* * *

Редакционное дополнение. Как личность и учитель, Сьюорд оставил у общавшихся с ним самые глубокие и благожелательные впечатления.

Известный английский палеоботаник Мэрджори Чэндлер (Marjorie Chandler), обучавшаяся перед Первой мировой войной у Сьюорда в Кембридже, вспоминала: «В Ботанической школе (Botany School) нашим главным учителем был А.Ч.Сьюорд, одетый в хаки. Он строго следил за дисциплиной, и я хорошо помню его резко вытягивающуюся руку и страшный голос, произносящий "Выйдите вон!", обращенные к мужчине, осмелившемуся курить на его лекции, и к сидевшей рядом со мной студентке, которая переписывала мои записи вместо того, чтобы делать свои собственные. Сьюорд симпатизировал делу образования женщин» (Fossil hunters. P. 112).

Американский палеоботаник Г.Н.Эндрюс описал такой эпизод, ярко характеризующий личность Сьюорда в отношениях с начинающими

¹³ Г.Н.Эндрюс полагает, что «около четырех десятилетий, начиная с последних лет девятнадцатого столетия, Сэр Альберт Сьюорд... был самой заметной фигурой в палеоботанике» и даже называет указанный период развития палеоботаники «веком Сьюорда» (Fossil hunters. P. 110). (Ред.)

исследователями. «Он покинул Кембридж примерно за год до моего появления там (1937–38) для учебы у Хэмишо Томаса (Hamshaw Thomas) и жил в Лондоне в прекрасной квартире около Британского Музея. В том году я проводил каникулы (довольно продолжительные) в Музее за просмотром коллекций ископаемых растений и довольно часто видел Сьюорда, так как он работал в то время над муллской флорой (the Mull flora). Он вел себя самым сердечным и дружелюбным образом и однажды положил мне на стол образец из Мулла, спросив, как бы я определил его. Образец являлся совершенно очевидно печеночником, близким к маршанциевым, и Сьюорд выразил искреннее удовлетворение моим определением. Я уверен, что в действительности он не нуждался в моей помощи и сделал это в качестве дружеского жеста; но это обращение на равных со стороны самого большого авторитета в мировой палеоботанике было любезностью, которую я никогда не забуду» (Fossil hunters. P. 112).

По свидетельству близкого ученика Сьюорда Х.Томаса, тот умел быстро переходить «от одной части работы к другой, и так распределять свое время, что в дни тяжелой административной нагрузки и регулярных учебных занятий обычно мог выкроить некоторое время на исследовательскую работу и проводил большую часть вечеров за написание своих книг и статей» (Fossil hunters. P. 112).

Как исследователь, Сьюорд был склонен к широким обобщениям и охвату фактического материала. По словам известного английского палеоботаника Т.Харриса, склонность Сьюорда к широте «привела его к тому, что в систематической работе он считал, что, при сомнении, лучше объединять роды или виды, чем дробить их, и действительно было трудно найти более последовательного “лампера” (систематика, склонного в своей практике объединять таксоны – Ред.). Он не только объединял то, что другие разделяли, но и проявлял мало терпения в отношении тонких хитросплетений правил номенклатуры. Его предпочтение того, что казалось ему естественным и очевидным путем, ввергало его в новые и новые споры, но никогда в плохое настроение» (Fossil hunters. P. 114).

Выдающаяся научная и организационная деятельность А.Ч.Сьюорда была не раз отмечена званиями и наградами. Он был лауреатом медалей Дарвина и Уолластона, а одно время – почетным Вице-президентом Кембриджского университета.

ГЕНРИ ПОТОНЬЕ¹⁴

Г. Потонье (Henry Potonie) – крупнейший немецкий палеоботаник и геолог – родился 16 ноября 1857 г. в Берлине. Еще в школьные годы у него пробудился интерес к природе. Мальчиком он был страстным коллекционером, собирал насекомых, составлял гербарий в окрестностях Берлина. Студентом он работал в Ботаническом саду и написал свои первые ботанические работы. В 1885 г. выходит его «Иллюстрированная флора Северной и Средней Германии», выдержавшая еще пять изданий. Знание современной флоры очень помогло ему в занятиях палеоботаникой. В 1885 г. он поступает работать в Геологическую службу, а с конца 80-х годов делает основной упор на изучение палеозойской флоры, которая и остается главным объектом его палеоботанических исследований. Г.Потонье создает ряд важных региональных работ, пишет много статей с монографическим описанием ископаемых растений. Им было основано значительное число новых родов, большая часть которых прочно вошла в палеоботаническую литературу (*Alloiopteris*, *Lyginopteris*, *Palaeoweichselia*, *Radicites* и др.). Значительный вклад сделал Потонье в изучение семенных папоротников. Им было предложено название *Cycadofilices*, которое имеет приоритет перед названием *Pteridospermae*. Г.Потонье занимался вопросами эволюции отдельных групп растений, в частности лепидофитов, среди которых установил филогенетический ряд *Sigillaria* – *Pleuromeia* – *Isoetes*, получивший затем подтверждение в работах К.Мэгдффрау и М.Ф.Нейбург.

Г.Потонье был исследователем с философским складом ума. Он посвятил ряд работ чисто философским проблемам и был одним из основателей «Общества позитивистской философии», в которое входили также А.Эйнштейн, Й.Петцольдт¹⁵, Д.Гильберт¹⁶, З.Фрейд и др. В научной работе его стремление к философским обобщениям сказалось прежде всего в создании стройной логической системы «новой морфологии» (более поздний термин Х.Томаса), предвосхитившей теорию Циммерманна, созданную лишь в 30-х годах нашего столетия¹⁷. В основе теории Потонье лежит учение о колосомах – элементарных составляющих листа. Идеи Г.Потонье были изложены в ряде статей достаточно полно¹⁸, но

¹⁴ Палеонтол. журн. 1964. № 1. С. 147–148. Более подробно с основными вехами биографии и научной деятельности Г.Потонье можно познакомиться по работам: Тихомиров В.В., Софиано Т.А. Сто лет со дня рождения немецкого палеоботаника и геолога Г.Потонье // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1958. № 4. С. 98–99; Potonie R. Zum Hundersten Geburtstag von Henry Potonie am 16 November 1957 // Palaeontographica. 1957. Abt. B. Bd. 103. Lief. 1–3. S. 1–33 (с полным библиографическим списком).

¹⁵ Иозеф Петцольдт – немецкий философ, последователь эмпириокритицизма Р.Авенариуса.

¹⁶ Давид Гильберт – выдающийся немецкий математик. (Ред.)

¹⁷ Имеется в виду «теломная» теория В.Циммерманна. (Ред.)

¹⁸ Морфологическая концепция Г.Потонье подробно изложена и аргументирована

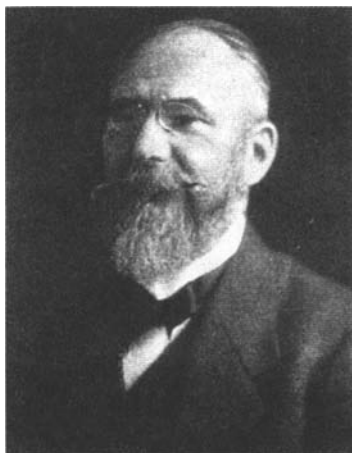


Рис. 4. Генри Потонье

все же прошли почти незамеченными и не получили должной оценки современников. Как отметил впоследствии Лам, они были «гласом вопиющего в пустыне».

Стратиграфические работы Г. Потонье, особенно его «Флористическое расчленение немецкого карбона и перми», составили, по мнению В.Готана, эпоху. Им был выделен целый ряд растительных комплексов, характерных для отложений от силура до пестрого песчаника включительно.

Однако, пожалуй, наиболее важным вкладом Г.Потонье в геологию было его учение о происхождении каустобиолитов. Его классификация горючих ископаемых на сапропелиты, гумусовые образования (или гумолиты) и

липтобиолиты по существу не устарела и доныне. Ему принадлежат и сами эти термины – «липтобиолит», «сапропелит», «каустобиолит», широко вошедшие в современную литературу. Одной из основных заслуг Г.Потонье в рассматриваемой области является широкое и последовательное проведение актуалистического метода. Он изучает современное болотообразование и торфонакопление, биохимические стороны процесса превращения растительного материала в горючее ископаемое. Объем его работ по современным каустобиолитам, опубликованных с 1908 по 1912 г., составляет без малого 900 страниц текста. Примечателен интерес Г. Потонье к самым общим, в частности климатическим, условиям углеобразования. Он чуть ли не первый исследователь, поставивший на повестку дня вопросы прогнозирования угольных месторождений.

Смерть застала Г. Потонье в расцвете творческих сил. Он умер в возрасте 56 лет 28 октября 1913 г., оставив целую школу учеников и последователей, давшую науке такие имена как В.Готан, П.Кукук, К. Оберсте-Бринк, А.Цобель, Р.Потонье, П.Бертран и М.Залесский.

* * *

Редакционное дополнение. Г.Потонье родился в семье французов, поэтому его имя правильно произносить Анри. В возрасте 5 лет он был

на также и в его книге: Grundlinien der Pflanzen=Morphologie im Lichte der Palaeontologie. Verlag von Gustav Fischer. Jena, 1912. 259 S. (Ред.)

отправлен на обучение и воспитание в Париж, с которым его отец – предприниматель – сохранял деловые и родственные связи. В 1866 г., в конце войны между Германией и Австрией, отец Потонье, предчувствовавший скорое начало франко-прусской войны, перевез семью на постоянное место жительства в Берлин, который считал самым безопасным городом. С тех пор жизнь Г.Потонье была неразрывно связана с Германией.

В 1880 г. Г.Потонье стал ассистентом в Королевском ботаническом саду Берлина. В 1884 г. он начал работать в Геологическом институте, являясь непродолжительное время ассистентом немецкого геолога и палеоботаника Х.Э.Вейса (*Christian Ernst Weiss*, 1833–1890). После смерти последнего он начал читать лекции, а в 1900 г. получил звание профессора.

Важнейшей обобщающей работой Г.Потонье в области палеоботаники является капитальный учебник – *Lehrbuch der Pflanzenpalaentologie* (1897–1899).

По свидетельству ученика Г.Потонье – В.Готана, тот скончался от последствий малярии, которой заразился во время своих актуалистических исследований растительности и торфов болот Пруссии. У него развилась лейкемия, которая после тяжелой и продолжительной борьбы за жизнь свела его в могилу.

РУДОЛЬФ ФЛОРИН¹⁹

24 сентября 1965 г. в санатории близ г. Фалькепинга скончался палеоботаник с мировым именем – Рудольф Флорин (*Rudolf Florin*), один из основателей современных направлений палеоботанической мысли.

Р.Флорин родился 5 апреля 1894 г. в местечке Сведен Хауз, севернее Стокгольма. В 1914 г. он поступил в Стокгольмский университет, где его учителями были О.Розенберг (морфология растений) и Н.Г.Лагерхейм (систематика растений). Геологию Р.Флорин слушал у П.Квенселя и знаменитого Г.Де Геера. После окончания университета в 1918 г. Р.Флорин стал ассистентом отделения палеоботаники и архегонийных растений в Шведском музее естественной истории (Стокгольм). Еще в университете он познакомился с ботаником Эльзой Бергенстам, которая стала его неизменной помощницей, а с 1922 г. – женой. В 1931 г. Р.Флорин получил степень доктора наук. В 1944 г. он возвратился в Бергианский ботанический сад и стал директором всего Бергианского фонда Шведской Академии наук, включающего и ботаническое отделение.

Основными вехами жизни Р.Флорина являются его научные труды,

¹⁹ Палеонтол. журн. 1966. № 2. С. 141–142. Биографические данные, приведенные в настоящей статье, сообщены автору в 1964 г. Р.Флорином и Т.Харрисом.



Рис. 5. Рудольф Флорин

мимо которых не может пройти ни один исследователь систематики и филогении высших растений.

Первые исследовательские шаги Р. Флорин сделал в бриологии, в частности в исследовании онтогенетического развития печеночных мхов. Параллельно он интересовался современными и ископаемыми голосеменными и скоро почувствовал, что его больше привлекает палеоботаника, чем бриология. Она казалась ему более интересной и многообещающей с точки зрения морфолога. Палеоботаникой Р. Флорин по существу занялся в 1918 г., его первым учителем был основоположник эпидермального изучения ископаемых растений А.Г.Натгорст, а затем Т.Галле.

По предложению А.Г. Натгорста Р.Флорин занялся третичными покрытосеменными Восточной Азии, но результаты этой работы не удовлетворили его, и он обратился к изучению современных и ископаемых голосеменных. Работы Р.Флорина, наряду с исследованиями Х.Томаса и Т.Харриса, легли в основу наших современных представлений о сложной истории развития этой важнейшей группы растений.

Исследования Р.Флорина поражают своей последовательностью и целенаправленностью. В 20-х годах он составил для себя общий план работ по изучению ископаемых и современных голосеменных, в особенности хвойных и тиссовых, которому следовал до конца жизни. Этот план, изложенный им в одной из последних работ (*Florin R. Distribution of Conifer and Taxads genera in time and space. 1963.*), состоит из пяти пунктов: 1) монографическое изучение эпидермы листьев вымерших хвойных и тиссовых с таксономической точки зрения; 2) изучение морфологии репродуктивных органов кордаитовых, без чего невозможно выяснение происхождения репродуктивных органов хвойных и тиссовых; 3) морфологическое изучение позднепалеозойских, мезозойских и третичных хвойных и тиссовых; 4) изучение и систематизация ископаемых растений, обычно относимых к кордаитам, хвойным и тиссовым; 5) обзор распределения родов хвойных и тиссовых в пространстве и времени. Для сбора соответствующего материала Р.Флорин предпринял пу-

тешества по ряду стран Европы и Америки. В 1931 г. он опубликовал первую часть классического труда «Исследование филогении хвойных и кордаитов», посвященную главным образом эпидермальной структуре современных хвойных. Она содержит не только детальные иллюстрированные описания эпидермы большинства современных хвойных, но и важные выводы о систематическом значении тех или иных эпидермальных и морфологических признаков. Заслуги Р.Флорина в разработке общих принципов эпидермальных исследований очень велики. Например, именно ему принадлежит установление двух основных типов устьичных аппаратов: гаплохейльного и синдетохейльного. В течение 30-х и 40-х годов он создает последовательную серию монографий о цикадовых и гинкговых мезозоя, хвойных карбона и перми, третичных хвойных Чили (с параллельным анализом ископаемых представителей этого порядка во всем южном полушарии). Р. Флорину удалось разобраться в сложной и запутанной систематике хвойных, осветить вопросы филогении отдельных семейств, выявить филогенетические связи хвойных и кордаитов. Итоги работы по хвойным и кордаитам были подведены им в цикле лекций, прочитанных в Гарвардском университете США и изданных затем отдельной книгой (*Florin R. Evolution in Cordaites and Conifers. 1951.*). Р.Флорин показал последовательную эволюцию мегастробила от кордаитов к древним хвойным типа *Lebachia* и *Ernestiodendron*, затем к *Pseudovoltzia*, *Ullmannia*, *Voltzia*, *Schizolepis* и далее к другим хвойным²⁰. Этими работами был окончательно подтвержден вариант теории «пазушного брахибласта», выдвинутый В. Циммерманом, согласно которой семенная чешуя хвойных гомологична отдельному мегастробилу женской «сережки» кордаитов²¹. В 1963 г. Р. Флорин выпустил в свет сводку, посвященную распределению родов хвойных и тиссовых во времени и пространстве, в которой показал независимое развитие этих растений в Северном и Южном полушариях.

Не менее важными являются и исследования Р. Флорина по ископаемым гинкговым с ревизией всех родов, относимых предыдущими исследователями к этому порядку. Ему принадлежит первая схема систематики этой группы растений, основанная не только на внешней морфологии листьев, но и на эпидермальных признаках. Р.Флорину удалось доказать принадлежность к гинкговым пермского рода *Trichopitys*, у которого им были изучены мегастробилы. Это позволило Р. Флорину наметить основные пути эволюции «женского цветка» гинкговых²².

²⁰ В настоящее время представления о филогении хвойных подверглись существенным изменениям. См. раздел «В поисках предков нынешних хвойных» статьи «Происхождение главных групп высших растений» в настоящем издании. (Ред.)

²¹ Впоследствии Г.-И.Швайцером и С.В.Мейеном было показано, семенная чешуя хвойных, по-видимому, произошла в результате слияния семяножек, а не стерильных чешуй, как полагал Р.Флорин. (Ред.)

²² Впоследствии С.В.Мейен показал, что Р.Флорин неверно интерпретировал морфологию женских фруктификаций *Trichopitys*, вследствие чего трихопитиевые ошибочно относились к дикранофилловым или к гинкговым. Мейен рассматривал

Все, даже самые ранние работы Р. Флорина выполнены на самом высоком научном уровне. В них тщательность и скрупулезность исследования сочетаются с широтой охвата материала и глубиной его интерпретации. Хотя работы Р. Флорина посвящены главным образом современным и ископаемым голосеменным, значение их гораздо шире, так как они являются прекрасным методическим образцом при изучении любой группы растений.

Нельзя не сказать и о большой научно-организационной деятельности Р. Флорина. Он возглавлял Международный палеоботанический союз, являлся президентом Шведского ботанического общества, занимался вопросами охраны природы.

Труды Р. Флорина получили в научном мире самую высокую оценку. Он был почетным членом трех академий, членом научных обществ нескольких стран. Его работы отмечены семью призами и медалями, в том числе тремя золотыми.

* * *

Редакционное дополнение. О личности и особенностях научного мышления Р. Флорина рассказывают многие знавшие его люди.

По свидетельству шведского палеоботаника Бритты Лундبلاد, «Флорин работал в духе спокойного сознания. Достаточно странным было уже то, что он никогда не торопился. Это выглядит особенно замечательно в свете его выдающихся достижений, для которых он должен был обладать экстраординарной силой концентрации и воображения».

Работавший некоторое время с Флорином Т. Харрис писал: «Как он достиг столь многого? У меня сложилось впечатление, что он обладал медленным умом; вероятно, он был достаточно быстрым, но он не доверял быстрым ответам. Я часто удивлялся. Мне казалось, что он достиг успехов совсем не благодаря тому, что называется яркостью, но благодаря обычным качествам, качествам, в которых другие могли его превосходить, но в действительности не превосходили. Он обладал смелостью принимать выходящий за пределы привычного факт и использовать его логически, каким бы трудным при этом не казалось заключение. Но эти обстоятельства и неуклонное стремление к научной истине не объясняют всего. Он обладал даром научного воображения, которое и создает все различие между заурядной работой и великой статьей. Однако по ту сторону всех великих человеческих достоинств и качеств, здесь, думается, стояло другое: спокойный дом, поддерживаемый чувствительной и любящей женщиной, которую он сделал своей женой».

Г. Н. Эндрюс вспоминает, что Флорин «был очаровательным чело-

трихопитиевых в качестве самостоятельного семейства Trichopityaceae порядка Peltaspermales. Подробнее см.: Мейен С. В. Основы палеоботаники. М.: Недра. 1987. С. 156-157. (Ред.)

веком, обладавшим тонким чувством юмора". Он и его жена всегда были для Флорина желанными гостями. "Однажды я провел, – пишет Эндрюс, – приятную неделю в их доме в Ботаническом саду, вскоре после появления сообщения Роланда Брауна о проблематичной *Sanmiguelia*, которая указывала на возможное существование покрытосеменных в триасе и вызвала значительный интерес. (Последующее изучение *Sanmiguelia* показало, что это не покрытосеменное). Я спросил Флорина, что он думает об этом и его ответ был немедленным и окончательным: "Я не имею никакого отношения или интереса ко всем этим сенсационным сообщениям!" В действительности Роланд Браун был сам по себе весьма скрупулезным работником, настоящим исследователем, не склонным к сенсациям, но, думается, этот случай очень ясно показывает Флориновский подход к исследованию". (*Fossil hunters*. P. 283).

ДЭВИД ТОМАС ГВИН-ВОГАН²³

Известный английский ботаник и палеоботаник Д.Т.Гвин-Воган (D.Th.Gwynne-Vaughan) родился 12 марта 1871 г. в г. Ройстон-Хауз²⁴. В 1890 г. он поступил в один из колледжей Кембриджа²⁵, а после его окончания занялся преподавательской работой²⁶. С 1895 г. Гвин-Воган начинает систематические исследования в ботаническом саду Кью. В круг его интересов в это время входят анатомия и морфология главных образом цветковых растений. Гвин-Воган принимал участие в экспедициях в Южную Америку (1897 г.) и Юго-Восточную Азию (1899 г.). С 1914 г. он возглавлял кафедру ботаники в университете Ридинга.

Основной заслугой Гвин-Вогана в палеоботанике является разработка вопросов морфологии, анатомии и филогении папоротников, в особенности осмундовых. Совместно с Р.Кидстоном им была создана монография из пяти частей (1907–1914)²⁷. Тщательный анатомо-морфологический анализ (отчасти на материале из Приуралья) позволил авторам высказать предположение о том, что осмундовью и прапапо-

²³ Палеонтол. журн. 1965. № 4. С. 109. Подробнее о жизни и научном творчестве Д.Т.Гвин-Вогана см.: *Scott D.H. David Thomas Gwynn-Vaughan // Ann. Bot.* 1916. V. 30. № 117. P. I-XXIV (с портретом и библиографией).

²⁴ Он происходил из старой аристократической семьи. (Ред.)

²⁵ Одновременно Д.Гвин-Воган получал ботаническое образование в Джодрелл-ской лаборатории Ботанического сада в Кью (Jodrell Laboratory at Kew), почетным хранителем которого являлся в то время Д.Г.Скотт. (Ред.)

²⁶ Он занимал преподавательские должности в Бирбекском колледже Лондона, Королевском университете в Белфасте и в Колледже Королевы Маргариты в Глазго. Работа в последнем он начал совместные палеоботанические исследования с Р.Кидстоном. (Ред.)

²⁷ Она посвящена осмундовым папоротникам (сем. *Osmundaceae*) и является классическим монографическим описанием их минерализованных осей. (Ред.)

ротники типа *Botryopteris* и *Zygopteris* имеют общее происхождение. Гвин-Воган и Кидстон дали также детальное описание *Tempskya rossica* из меловых отложений Мугуджар.

Гвин-Воган умер от туберкулеза 4 сентября 1915 г.

ГЕРМАН ЗОЛЬМС-ЛАУБАХ²⁸

Один из ведущих немецких палеоботаников-анатомов Г.Зольмс-Лаубах (H. Graf zu Solms-Laubach) родился 23 декабря 1842 г. в г. Лаубах (Рейнланд-Пфальц). Большая часть его жизни прошла в Страсбурге, сначала в университете, затем в Ботаническом саду, директором которого он был с 1888 до 1908 г. Несколько лет он преподавал в Галле и Геттингене.



Рис. 6. Герман Зольмс-Лаубах

Заслуги Зольмс-Лаубаха одинаково велики в исследовании как современных, так и ископаемых растений. Он произвел обработку ряда семейств для сводок А. Декондолля и А.Энглера. Интересны его работы и по культурным растениям, цикадовым, грибам, водорослям, мхам и другим растениям. В области палеоботаники влияние работ Зольмс-Лаубаха было очень велико. Он считал, что ископаемые растения должны рассматриваться прежде всего как объекты углубленного ботанического исследования. И, наоборот, его «Введение в палеоботанику» (1887) в свое время произвело большое впечатление на ботаников и убедило многих из них в необходимости систематического обращения к ископаемому материалу для решения

²⁸ Палеонтол. журн. 1965. № 4. С. 109–110. Подробнее о жизни и научном творчестве Г.Зольмс-Лаубаха см.: Scott D.H. Hermann Graf zu Solms-Laubach, 1842-1915 // Proc. Roy. Soc. London. Ser. B. 1919. V. 90. P. XIX–XXVI.

ложение о систематическом положении этого растения между цикадовыми и папоротниками. Именно Зольмс-Лаубаху принадлежит правильное объяснение анатомической структуры *Psaronius*. Зольмс-Лаубах занимался разработкой вопросов экологии древних растений. Интересовали его и филогенетические проблемы. Являясь эволюционистом, Зольмс-Лаубах в то же время не разделял мировоззрения Дарвина и был сторонником ортогенетической концепции К.Нэгели²⁹.

Зольмс-Лаубах умер 24 ноября 1915 г.

* * *

Редакционное дополнение. Г.Зольмс-Лаубах происходил из старой родовой знати. Его отец был графом Отто цу Зольмс Лаубахом, а мать – княгиней Вьедской (Wied). Родственником Г.Зольмс-Лаубаха был принц Максимилиан, известный своими ботаническими исследованиями в Бразилии.

Обращением к изучению растений Г.Зольмс-Лаубах, по-видимому, был обязан дяде и старшему брату, которые оба были ботаниками. Он учился в Гиссенском университете, куда его привлекли лекции Рудольфа Лейкарта. Затем он переехал в Берлин слушать лекции Александра Брауна. Он также провел семестр во Фрейбургском университете у Генриха Де Бари, где получил в 1865 г. докторскую степень. После поездки по Южной Португалии, во время которой он изучал распространение мхов, Г.Зольмс-Лаубах возвратился в Германию и стал работать с Г. Де Бари, который к тому времени переехал в г. Галле.

Во время франко-прусской войны 1870 г. Г.Зольмс-Лаубах работал в военном госпитале. После войны ему было предложено место профессора сначала в Страсбурге, а затем в Геттингене.

Познакомившись в 1883 г. с тропической растительностью острова Ява, Г.Зольмс-Лаубах стал впоследствии, по-видимому, самым круп-

²⁹ Карл Вильгельм фон Нэгели (Carl Wilhelm von Naegeli, 1817–1891) – выдающийся немецкий ботаник и биолог. Учился у известного натурфилософа Лоренца Окена и ботаников Огюстена Пирама де Кандоля и Маттиаса Якоба Шлейдена (последний, вместе с Теодором Шванном, является одним из основателей клеточной теории). С 1857 г. и до своей кончины – профессор ботаники и директор Ботанического сада Мюнхенского университета. В 1884 г. выдвинул «механико-физиологическую теорию эволюции», подвергнув критике теорию Дарвина. Так, по мнению Нэгели, конкуренция лишь устраняет менее совершенные формы, но не влияет на становление более совершенных и приспособленных. Естественным отбором нельзя объяснить появление и начальные стадии развития полезных изменений, так как они становятся значимыми для отбора лишь по достижении определенной величины. В основе эволюции организмов лежит изменение их наследственного вещества (идиоплазмы) под действием внутренних и внешних факторов, которое приводит к наследственным переменам в строении тела организмов. Под внутренними факторами Нэгели понимал молекулярные процессы в идиоплазме, ведущие, в соответствии со вторым началом термодинамики, к образованию все более сложных молекулярных структур. (Ред.)

ным специалистом своего времени по паразитическим растениям. За несколько лет до переоткрытия в 1900 г. Г. де Фризом, К. Корренсом и Э. Чермаком законов Менделя ему была известна работа последнего «Опыты о растительных гибридах», но она не привлекла его исследовательского интереса.

Г. Зольмс-Лаубах оставил яркое впечатление как личность и преподаватель. По воспоминаниям учеников, он отличался несколько эксцентричными манерами чтения лекций. Известный ботаник Й. Лотси (J. Lotsy) писал: «Я думаю, что могу со всей справедливостью констатировать, что у меня никогда не было лучшего учителя, чем он, в те годы, которые я провел в Геттингене. У Зольмса были весьма курьезные особенности при чтении лекций; раз случилось даже, что из-за его энтузиазма упала лампа, висевшая над кафедрой, на которой он стоял, но он умел приковать наше внимание к таким вещам, которые бы мы иначе вряд ли заметили» (*Fossil hunters*. P. 313).

Яркие штрихи к портрету личности Г. Зольмс-Лаубаха дает следующий отрывок из его биографии, написанной Робинсоном: «Граф Зольмс никогда не был женат. Его домашнее хозяйство долгое время вела его сестра, а после ее смерти две племянницы – графини София и Анна цу Зольмс-Редельхайм. ... В его доме, который сочетал в себе простоту и великое обаяние, он и его племянницы оказывали совершенное и очаровательное гостеприимство. Заметным членом семейства был по-пугай, образованная и благовоспитанная птица, которая выезжала к столу на указательном пальце графа и там, снабженная салфеткой и подходящей мелкой посудой, отдавала должное обеду для гостей, пробуя все блюда от супа до десерта, хотя и демонстрируя особый энтузиазм при виде салата» (*Fossil hunters*. P. 314).

ЭДВАРД УИЛБЕР БЕРРИ³⁰

Э. У. Берри (E. W. Berry) родился в Ньюарке (штат Нью-Джерси) 10 февраля 1875 г. Еще учеником он совершал экскурсии в окрестностях Перт Амбой, знакомясь с современной флорой и геологией района, собирая, а затем определяя и ископаемые растения из меловых глин вблизи Клиффвуда. Эти коллекции легли в основу его первых палеоботанических исследований. Однако, прежде чем стать профессиональным палеоботаником, ему пришлось поработать конторским служащим и коммивояжером. Случай свел его с профессором У. Б. Кларком, который был поражен геологическими и ботаническими познаниями Берри, не имев-

³⁰ Палеонтол. журн. 1965. № 4. С. 110. Более подробные сведения можно найти в работах: *Reeside J. B. Obituary – Edward Wilber Berry // Science*. 1945. V. 102, № 2655. P. 498–499; *Stephenson L. W. Memorial to Edward Wilber Berry // Proc. Geol. Soc. Amer. Annual Rep. For 1945. 1946. P. 193–214* (с библиографическим списком).



Рис. 7. Эдвард Уилбер Берри

шего университетского образования, и помог ему перейти на работу в геологическую службу, а затем пополнить образование в университете Джона Гопкинса. С 1917 г. Берри – профессор упомянутого университета, а в 1935 г. он стал его ректором.

Научное наследие Берри колоссально. Полная библиография его работ превышает 500 названий. Берри был лучшим знатком третичной и меловой флоры Америки. Многие коллекции он собрал лично в своих поездках по США, Перу, Эквадору и Венесуэле. Работы Берри посвящены самым разнообразным вопросам анатомии и филогении ископаемых растений, их геологической истории, палеоклиматам и палеобиогеографии, стратиграфии флороносных

толщ и общим вопросам эволюции. Берри работал также над изучением позвоночных и беспозвоночных, писал статьи по региональной геологии и гидрогеологии. Ему принадлежит также большое количество научно-популярных работ.

Берри скончался 20 сентября 1945 г.

* * *

Редакционное дополнение. *Путь Э.У.Берри в палеоботанику был нелегким. Он закончил среднюю школу, но из-за стесненного материального положения не смог поступить в колледж. Чтобы заработать на жизнь, он сначала поступил работать рассыльным, затем работал коммивояжером в южных штатах. С 1897 по 1905 г. он трудился в газете «Passiac Daili News» и, в конце-концов, стал главным редактором этого издания. Впоследствии Берри говорил, что быстротой, с которой он писал свои ботанические статьи, он обязан опыту работы в газете.*

Работая в газете, Э.У.Берри одновременно начал сотрудничать с Геологической службой штатов Нью-Джерси и Северная Каролина. Здесь на него обратил внимание У.Кларк из Геологической службы штата Мэриленд, который в 1906 г. взял его ассистентом по палеонтологии в Университет Джона Гопкинса с годовым жалованьем 500 долларов в год. В обязанности Берри входило следить за обширными университетскими коллекциями.

Берри был и остается единственным американским палеоботаником, не имеющим формального высшего образования. Однако это не мешало его успешной карьере. Как пишет один из биографов, «Берри был экстраординарным человеком, добившимся успеха благодаря своим способностям и тяжелому труду. Он является выдающимся примером того, чего может достичь энергичный и интеллектуально развитый человек с мотивацией, если ему предоставляется возможность». В 1910 г. Берри получил звание, эквивалентное современному американскому Assistant Professor, а в 1916 г. стал полным профессором палеонтологии. В 1929 г. он был избран деканом Колледжа искусств и наук, а затем стал ректором Университета Джона Гопкинса. Рекомендуя Берри на должность профессора палеонтологии, профессор У.Кларк писал, что «влияние, которое он оказывает на наших студентов очень велико, возможно, больше, чем со стороны любого другого члена нашего преподавательского коллектива».

По оценке одного из биографов, «Берри дал целому поколению студентов-геологов почувствовать дух творческого исследования, питаемый его собственным примером. Он никогда не спешил и не тревожился, и всегда был доступен в своем кабинете, сидящий за своим большим столом-бюро с убирающейся крышкой, на который была поставлена доска для писания мелом. Утренние семинары, которые он вел по субботам, пользовались известностью и хорошо запомнились всем, кто когда-либо принимал в них участие. Они продолжались четыре часа и обычно начинались с критического обзора некоторых известных учебников. Опровержение почти великого было легендарным, и хотя он был едок, он действительно стремился развлечь и шокировать свою аудиторию. ...

Один из его студентов, который недостаточно знал его предмет и потому боялся сдавать ему устный экзамен, писал: «Но что я запомнил о нем больше всего, это его безмерная доброта к ко всем студентам-выпускникам. Его поведение во время того устного экзамена было поистине джентльменским» (Fossil hunters. P. 219–220).

ДЬЮКИНФИЛД ГЕНРИ СКОТТ³¹

Жизненный путь выдающегося английского палеоботаника Д.Г.Скотта (D.H.Scott, 1854–1934) интересен и поучителен. По-видимому, под влиянием отца, видного архитектора, он получил инженерное образование, готовясь стать железнодорожником. Однако после смерти отца он пересмотрел свои жизненные планы и решил получить ботаническое образование. В Ботаническом саду Кью ему посоветовали поехать учиться в Германию, которая тогда была средоточием новой ботанической мысли. Закончив превосходную ботаническую и палеоботаническую школу и обладая недюжинными способностями исследователя, Скотт быстро занял одно из ведущих мест в палеоботанике.



Рис. 8. Дьюкинфилд Генри Скотт

Именно таковы его исследования своеобразных растений *Lepidocarpon* и *Cheirostrobus*, прапапоротников, сфенофиллов. Колоссальный опыт и знания Скотта были сумми-

Главной проблемой, над которой особенно много потрудился Скотт и которая до настоящего времени остается одной из основных проблем палеоботаники, было происхождение семенных растений. Открытие Ф.Оливером семян у растений, до этого считавшихся папоротниками, легло в основу серии совместных работ Оливера и Скотта. На примере птеридоспермов Скотт показал, насколько осторожным надо быть палеоботанику при попытке классифицировать ископаемые растения по внешним признакам.

Скотт провел классические анатомические исследования самых разнообразных групп ископаемых растений, всякий раз открывая что-то принципиально новое и интересное.

Именно таковы его исследования

³¹ Палеонтол. журн. 1965. № 1. С. 162–163. Более подробно о Д.Г.Скотте см.: Sahn B. Dr.Dukinfield Henry Scott // Current Sci. 1934. V. 2. № 10. P. 392–395; Oliver F.M. Dukinfield Henry Scott, 1854–1934 // Ann. Bot. 1935. V. 49. № 196. P. 823–840 (с библиографическим списком).

рованы им в двух сводках: «Курс палеоботаники» (Studies in fossil botany) и «Вымершие растения и проблемы эволюции». В разработке эволюционных вопросов Скотт исходил из дарвиновских позиций.

Скотт создал школу палеоботаников-анатомов, которая, как справедливо заметил А.Л.Тахтаджян, «сделала чрезвычайно много для познания строения палеозойских растений, что в очень сильной степени способствовало развитию эволюционной анатомии растений».

* * *

Редакционное дополнение. Д.Г.Скотт родился 28 ноября 1854 г. в Лондоне, в состоятельной семье. Его начальное образование, выявившее интерес к естествознанию, было домашним. В шестнадцать лет он прочитал некоторые работы Гофмейстера о высших споровых растениях и “Микрографический словарь” Гриффита и Хенфри. В конце жизни он вспоминал об этом периоде своего развития, что “многим обязан тем, кто сделал доступными для английского читателя великие труды немецких ботаников. ... В это же время я использовал микроскоп настолько, насколько это возможно без специального обучения. Пресноводные водоросли были моей главной игрой – я всегда считал их наилучшим введением в научную ботанику”.

С 1872 по 1876 г. Скотт получил классическое образование в Оксфорде. После окончания университета он устроился работать на железную дорогу в Лондоне и в течение трех лет готовился стать железнодорожным инженером. Но тяга к ботанике взяла верх, хотя до конца жизни Скотт сохранял интерес к железнодорожному делу.

В 1880–1882 гг. Скотт несколько семестров учился в Вюрцбурге у известного немецкого ботаника Юлиуса Сакса (Julius Sachs). Об этом времени он вспоминал: «Не было студентов в обычном смысле, работающих в лаборатории, а были один или два человека, таких как я, которые надеялись стать ботаниками. Студенты (главным образом, медики) посещали лекции; в редких случаях Сакс что-то показывал в своей лаборатории; вот и все».

С ископаемыми растениями Скотт впервые познакомился на лекциях другого знаменитого немецкого ботаника – морфолога растений Карла фон Гебеля (Carl von Goebel). В мемуарах Скотта об этом сказано следующее: «в последовавшем феврале мы достигли предмета палеонтологии растений; за исключением нескольких ссылок в учебнике Сакса, это был практически первый случай, когда я услышал об ископаемых растениях. Было только три лекции на этот предмет, очевидно, появившиеся под влиянием мощного авторитета Рено. Я был заинтересован, хотя прошло еще десять лет, прежде чем исследование ископаемых действительно привлекло меня. ...

Великим преимуществом работы в Германии в те дни было то, что человек оказывался в основном потоке ботанического прогресса. ...Революция в английской ботанике, произошедшая примерно в то время, когда писались эти воспоминания (опубликованы в 1925 г. – Ред.), является прямым результатом немецкого влияния. ... Главной чертой германской университетской жизни, как я ее видел, было преобладание исследования над остальным обучением».

В Германии Д.Г.Скотт получил и степень доктора философии.

Вернувшись в Англию, Скотт стал ассистентом профессора Д.Оливера в Университетском колледже Лондона. В 1885 г. он занял должность Assistant Professor'a при известном соратнике Ч.Дарвина Томасе Гексли в Normal School of Science и Королевской горной школе (Royal School of mines). Как преподаватель, Скотт прославился, среди прочего, тем, что, являясь сторонником образования для женщин, стал первым лектором по ботанике в Университетском Колледже, кто позволил женщинам присутствовать на своих лекциях.

Преподавательской деятельностью Д.Г.Скотт занимался до 1892 г., когда принял пост почетного хранителя (Honorary Keeper) Джодрелльской лаборатории в Кью (Jodrell Laboratory at Kew), обязанности которого исполнял до 1906 г.

Первые десять лет исследовательской деятельности Скотта по возвращении из Германии были посвящены главным образом анатомии современных растений. При этом Скотт стал одним из ведущих специалистов в этой области. В частности, им были проведены исследования сосудов Невеа, внутренней флоэмы и листостебельных, вторичных тканей некоторых однодольных растений. Опыт этих исследований в значительной мере определил характер последующей палеоботанической деятельности Скотта, тесно связанной с изучением анатомии ископаемых растений. Итогом анатомических исследований Скотта стала многократно переиздававшаяся книга «Введение в структурную ботанику».

В 1906 г. Скотт вернулся домой и с тех пор вел жизнь частного ученого, периодически читая публичные лекции. К этому периоду относятся написание двух его итоговых палеоботанических работ – «Studies in Fossil Botany» (2-е и 3-е расширенные издания, 1908–1923) и «Extinct Plants and the Problems of Evolution» (1924).

Д.Г.Скотт несколько раз избирался президентом Линнеевского общества и Королевского общества микроскопистов (Royal Microscopical Society). Дважды исполнял обязанности президента Ботанической секции Британской ассоциации содействия развитию науки (British Association for the Advancement of Science) (Fossil hunters. P. 97-100).

ВАЛЬТЕР ГОТАН³²

В.Готан (W.Gothan, 1879–1954), выдающийся немецкий палеоботаник, большую часть своей жизни (свыше 40 лет) проработал в геологической службе, параллельно занимаясь преподавательской деятельностью. Некоторое время он был профессором Высшей технической школы и университета в Берлине, а в конце жизни работал в Геологическом институте университета им. Гумбольдта и основал палеоботаническую и углепетрографическую лаборатории в Берлинской Академии наук. Действительным членом последней он был избран в 1949 г.

Готан оставил колоссальное научное наследие. Полный список его печатных работ превышает 350 названий. Первые шаги в палеоботанике он сделал под руководством Г.Потонье, который сказал о диссертации Готана («К анатомии современных и ископаемых древесин голосеменных»), что это одна из лучших работ его учеников. За это исследование Готану в 1904 г. была присвоена степень доктора философии.

Готан был лучшим знатоком флоры карбона и посвятил ей массу публикаций. С 1929 по 1953 гг. он опубликовал пять выпусков работы «Карбоновая флора западных паралических угленосных бассейнов Германии», значение которой далеко выходило за пределы Германии, так как Готан осуществил в ней ревизию ряда важнейших групп растений всей Вестфальской палеофлористической области. Ряд очень важных публикаций Готана касается флор перми, юры и третичных буроугольных месторождений. Предметом особого интереса Готана были вопросы биогеографии, освещение которых он считал крайне важным с точки зрения практики. Превосходное знание палеозойской флоры, полученное им из литературы и путем личной обработки коллекций со всех уголков мира (в том числе и Сибири), позволило ему сделать ряд важнейших выводов по биостратиграфии карбона в планетарном масштабе. В частности, ему принадлежит заслуга в исследовании перехода раннекаменноугольной флоры в вестфальскую и установлении так называемого «флористического скачка» на границе намюра А и В в ряде бассейнов Европы.

Готану принадлежит также ряд интересных работ по геологии угля, в частности по классификации бурых углей по внешним признакам. Учитывая требования практики, Готан в то же время прекрасно понимал, что без тщательного ботанического анализа ископаемых растений,

³² Палеонтол. журн. 1965. № 1. С. 163. Подробнее о В.Готане см.: *Halle T.H.* Zum 70. Geburtstag Walther Gothan's // *Palaeontographica*. 1951. Bd. 91. Abt. B. Lief. 5–6. S. 53–108 (с библиографическим списком); *Horst U.* 1954. Ein Leben fuer die Wissenschaft. Zum 75. Geburtstag von Prof. Dr. Walther Gothan // *Geologie*. Jg. 3. Hft. 5. S. 492–501 (есть дополнения к библиографическому списку, приведенному у Галле); *Potonie R.* Walther Gothan // *Geol. Jahrb.* 1955. Bd. 70. S. XXVII–LIII (с полным библиографическим списком).



Рис. 9. Вальтер Готан

без пунктуального изучения анатомии и морфологии невозможно их полноценное использование в целях стратиграфии. В этом отношении его работы являются методически образцовыми.

Готан занимался вопросами филологии с целью упорядочения терминологии, трудился над составлением и редактированием справочников, пособий и учебников. В частности, его совместный с Г.Вейландом «Lehrbuech der Palaeobotanik» – одно из лучших руководств по палеоботанике.

* * *

Редакционное дополнение. Вальтер Готан родился 26 августа 1879 г. в семье гончара из маленького городка

Макленбурга. Несмотря на это ему удалось поступить в Берлинский университет, где его учителями были такие выдающиеся исследователи, как ботаник А.Энглер и геолог и палеоботаник Г.Потонье.

С 1903 г. В.Готан активно работал в Геологическом институте, где после смерти в 1913 г. Г.Потонье фактически занял его место как ученый и как преподаватель.

Во время первой мировой войны В.Готан был призван в кавалерию, но затем переведен и работал в качестве геолога для военных целей.

В 1921 г. В.Готан переиздал известный «Учебник палеоботаники» («Lehrbuch der Pflanzenpalaeontologie») своего учителя Г.Потонье, исправив и дополнив его в соответствии с последними научными достижениями. Впоследствии переработанный Готаном учебник Потонье выдержал еще несколько изданий.

В.Готан проявлял глубокий интерес к истории палеоботаники и написал очень интересную книгу «Палеоботаника в Германии за последние сто лет» (1950 г.), в которой рассмотрел становление немецкой палеоботаники с 30-х годов XIX столетия.

Как личность Готан был известен своим резким и прямолинейным критицизмом, который, однако, всегда имел под собой серьезные основания и был лишен злости. Он любил музыку и искусство, прекрасно играл на скрипке и флейте.

Перед отечественной палеоботаникой Готан имеет особую заслугу, заключающуюся в том, он принял участие в судьбе М.Д.Залесского, вывезенного в Германию после занятия Орла немцами во время Великой Отечественной войны 1941–1945 гг.

НИКОЛАЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ ШВЕДОВ³³

Крупный советский палеоботаник, начальник отдела палеонтологии и стратиграфии Института геологии Арктики Николай Александрович Шведов родился в ноябре 1907 г. в г. Красное Село Ленинградской области. В 1936 г. он окончил Горный институт в Ленинграде сразу по двум факультетам: геологоразведочному и горному. После окончания института Н.А.Шведов работал в Арктическом научно-исследовательском институте, после его реорганизации – в Горно-геологическом управлении Главсеморпути и, наконец, в Институте геологии Арктики.



Рис. 10. Николай Александрович Шведов

С самого начала своей научно-исследовательской деятельности и до конца жизни Н.А.Шведов целеустремленно изучал флору и стратиграфию каменноугольных, пермских и триасовых отложений Севера Сибири и заслуженно считался крупнейшим авторитетом в данной области знаний. В основе его работ лежали как многочисленные материалы, переданные ему геологами, так и коллекции, собранные самим Николаем Александровичем в труднодоступных районах.

Еще в 30-е годы Н.А.Шведов публикует несколько статей по фито-стратиграфии Сибирской платформы и Пай-Хоя. В 1940 г. была опубликована, в соавторстве с Г.П.Радченко, монография «Верхнепалеозойская флора угленосных отложений западной части бассейна реки Нижней Тунгуски». Эта ценная сводка не устарела до наших дней и является настольной книгой специалистов, интересующихся фито-стратиграфией верхнего палеозоя Сибири. В этой книге описания выполнены с соблюдением всех необходимых норм ботанической номенклатуры, что было редкостью в отечественной палеоботанической литературе тех лет.

Война застала Н.А.Шведова за обработкой таймырских коллекций³⁴. С начала войны он был на Ленинградском фронте и вернулся в институт в

³³ Палеонтол. журн. 1967. № 3. С. 139–140.

³⁴ С.В.Мейен рассказывал, со слов людей, близко знавших Н.А.Шведова, что тот мог получить «бронь», но счел невозможным для себя оставаться в тылу в то время, когда, по его выражению, «вся страна обливалась кровью». (Ред.)

1946 г. с боевыми наградами. Послевоенные годы Н.А.Шведов работает в арктических экспедициях и изучает главным образом таймырскую флору. Итоги этой работы опубликованы в статьях и трех больших монографиях, в которых описано большое количество растений, проведен стратиграфический и биогеографический анализ материала. Эти работы Н.А.Шведова в сущности являются основным источником наших знаний о флоре и фито-стратиграфии верхнего палеозоя Таймыра.

В последние годы Н. А. Шведов уделял большое внимание изучению триасовых растений Северной Азии и опубликовал описание нескольких важных в стратиграфическом отношении растений. В это же время в его распоряжении стали поступать многочисленные коллекции верхнепалеозойских растений, собранных геологами на Северо-Востоке СССР. Поскольку здесь переслаиваются морские отложения с фауной и флороносные толщи, эти работы Н.А.Шведова имеют большое значение для корреляции континентальных свит Северной Евразии с ярусами общей стратиграфической шкалы.

Н.А.Шведов вел большую научно-организационную работу, участвовал в многочисленных стратиграфических совещаниях, редактировал ряд научных изданий, вел большую определительскую работу, много внимания уделял подготовке кадров и разработке научной тематики палеонтологических и биостратиграфических работ. Особо следует отметить участие Н.А.Шведова в создании справочников и руководств – «Основы палеонтологии», «Стратиграфический словарь», «Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР» и др.

Своей обязательностью, аккуратностью, высоко развитым чувством долга, неизменной доброжелательностью Н.А.Шведов заслужил любовь и уважение всех знавших его.

Н.А.Шведов скончался 13 ноября 1966 г. на пятьдесят девятом году жизни.

ТОМ МАКСВЕЛЛ ХАРРИС³⁵

1 мая 1983 г. в Ридинге (Англия) скончался выдающийся палеоботаник нашего времени профессор Т.М.Харрис (Tom Maxwell Harris)³⁶.

³⁵ Палеонтол. журн. 1983. № 4. С. 122–123 (в соавторстве с В.А.Вахрамеевым, М.П.Долуденко и В.А.Самылиной).

³⁶ Т.М.Харрис родился в 1903 г. в Лейсестере (Leicester). Первоначальное образование получил в Лейсестере, а затем в Бутхэмской школе в г.Йорке. Оттуда он поступил Университетский колледж г.Ноттингема. Впоследствии он учился в Крист-колледже (Christ's College) Кэмбриджа, где познакомился с А.Ч.Сьюордом. В 1935 г. он перешел из Кэмбриджа в Ридингский университет, заняв там кафедру ботаники, на которой оставался вплоть до выхода на пенсию в 1968 г. (Ред.)



Рис. 11. Том Максвелл Харрис

С 1935 по 1968 г. он занимал кафедру ботаники Ридингского университета. В 1948 г. он стал членом Королевского общества в Лондоне, был его вице-президентом в 1960–1961 гг. Он был членом Линнеевского общества Лондона и его президентом в 1961–1964 гг.

В 1926 г. Харрис участвовал в датской экспедиции в Восточную Гренландию, где собрал в заливе Скорсби богатейшую коллекцию растений из рэт-лейасовых отложений. Результатом ее обработки явилась состоящая из пяти выпусков монография (1931–1937 гг.), в которой были описаны все группы высших растений – от мохообразных до хвойных. Эта монография составила эпоху в изучении не только мезозойских, но и вообще ископаемых флор. В ней впервые для целой

флоры был применен весь комплекс технических приемов, известных палеоботанике в то время, т. е. мацерация фитолейм с приготовлением препаратов кутикулы, перенос фитолейм на стекло и т.д. Харрис впервые провел детальное исследование многочисленных органов размножения. Эти исследования вместе с систематическими наблюдениями над ассоциациями остатков в захоронениях позволили ему впервые выявить прижизненные связи разных частей, установить таксономическое положение многих родов. Он убедительно показал, какую обширную информацию можно получить из обугленных неминерализованных остатков, принадлежащих органам весьма сложного строения.

Затем Харрис предпринял столь же детальное изучение среднеюрской флоры Йоркшира, изучавшейся несколькими поколениями английских палеоботаников, в том числе его учителем А.Ч.Сьюордом. Результаты этого исследования, основанного на уже обрисованной методике, были столь же внушительными. Они были сведены в пятитомной монографии (1961–1981 гг.). Благодаря Харрису флора Йоркшира стала наиболее изученной мезозойской флорой мира. Более того, эта работа дает прекрасный образец монографического исследования целой флоры.

В области морфологии и систематики ископаемых растений наибольшую известность Харрису принесли его исследования харовых во-

дорослей, кейтониювых, пельтаспермовых, гинкговых, чекановскиеих, беннеттитовых, цикадовых и хвойных. Именно ему принадлежат переходящие из учебника в учебник реконструкции многих из этих растений, рисунки их остатков. Благодаря Харрису стала ясна самостоятельность чекановскиеих, выделяемых сейчас в особый порядок голосеменных. Харрису удалось по обугленным остаткам расшифровать внутреннее строение органов размножения этих и других растений, установив детали, которые до него умели наблюдать только на минерализованных остатках.

Харрис стал впервые систематически изучать с помощью мацерационных методов фитолеймы семян голосеменных. Он показал, что по расположению и строению кутинизированных мембран можно реконструировать внутреннее строение семени. Детальное изучение растений позволило Харрису надежно установить, что некоторые современные роды членистостебельных, папоротников и голосеменных уже существовали в юре.

Харрис вносил в палеоботаническое исследование необыкновенную изобретательность, а для расшифровки некоторых структур он использовал даже эксперименты по искусственному обугливанню и деформации современных растений. Применявшиеся им методы всегда были просты и остроумны, а результаты – неожиданны и интересны. К ископаемому материалу он умел подойти как натуралист, прекрасно знающий современную живую природу. Таксономические исследования он сочетал с тафономическими наблюдениями, пытаясь раскрыть условия жизни изучавшихся им растений.

Доброжелательность, педагогический талант и огромный опыт привлекали к Харрису многочисленных учеников из Англии и других стран – Индии, Аргентины, Австралии и др. Харрис сумел создать свою школу палеоботаников, передать своим ученикам свой стиль работы. В Советском Союзе, где он был в 1963 и 1975 гг., у него было много друзей, слушавших его лекции, обсуждавших с ним свои материалы, ценивших его советы. Он охотно отвечал на письма, в которых деловая часть удивительно сочеталась с тонким юмором. Этот юмор был незабываемой чертой его характера. У всех, кому повезло встретиться с ним, он навсегда останется в памяти не только как талантливый, бесконечно преданный науке ученый, но и просто как добрый, обаятельный человек.

У ИСТОКОВ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ



На шмуцтителе: Портрет Иоганна Якоба Шойхера с фронтисписа его книги “Допотопный гербарий” (*Herbarium deluvianum*, 1723 г.).

ВЕРИТЬ ЛИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ЛЕТОПИСИ?¹

Время от времени слышишь сетования на недостаток свежих революционизирующих идей в биологии и геологии. Я не уверен, что эти сетования полностью справедливы. Скорее можно пожаловаться на обратное: разнообразнейших гипотез, концепций уже высказано и непрерывно поступает на научный рынок слишком много. Не успели разобраться с одной модной концепцией, как на смену ей спешит другая. Они накладываются одна на другую, погребая завалы предшествующего идейного наследия. Лучше всего это видно на эволюционных и геотектонических концепциях.

Недаром классификация эволюционных теорий давно стала особой биологической проблемой – этих классификаций набралось достаточно, чтобы ставить вопрос, как классифицировать сами классификации.

Геотектонику из-за столпотворения понятий, порожденного обилием концепций, еще в 30-х годах сравнивали с сумасшедшим домом. Еще не затихли баталии между сторонниками и противниками концепции перемещающихся материковых плит, как возникли взгляды о расслоенности литосферы, возродился интерес к гипотезам расширяющейся и пульсирующей Земли. Стан мобилистов,двигающих материк, тоже не един, там свои противоречия – по поводу того, когда и куда перемещались основные литосферные блоки. На некоторых реконструкциях материк не только ползает, но и крутится.

Рассказ о разном мнении среди геологов и биологов по поводу прошлого Земли и жизни можно продолжать до бесконечности. Пока будешь систематизировать накопившиеся разночтения истории и рассказывать о них, будут появляться новые, столь же конфликтующие взгляды.

Итак, я убежден: недостатка в концепциях у нас нет. Больше заботит другое – как хоть немного сгладить противоречия между естественными исследователями, разгрести идейные завалы.

Думаю, что сейчас геология и биология в своих исторических изысканиях больше всего нуждаются в хорошо поставленной критике. Конечно, критических высказываний хватает, как и разгромных статей. Не эту внешнюю для каждого учения критику я имею в виду, а только критику внутреннюю, развиваемую самими сторонниками учения. Если бы малая доля той критической энергии, которую творцы новых концепций направляют на взгляды противников, была направлена на собственное детище, теоретическая атмосфера и в геологии, и в биологии была бы несравненно чище.

¹ «Знание–сила». 1984. № 4. С. 7–10.

Что касается разнообразных гипотез, относящихся к далекому прошлому, а также к процессам, идущим и сейчас, но очень медленно, и ощущаемым лишь в глубокой исторической перспективе, то они (гипотезы) прежде всего нуждаются в осмыслении своего фактического фундамента. Необходимо переосмыслить все, извлеченное из геологической летописи. К сожалению, свойства геологической летописи в отношении полноты и надежности поставляемых ею сведений остаются крайне плохо изученными.

Любопытно, что отношение к геологической летописи, полноте и представительности ее материалов издавна было двойким. Всегда находились такие ее «читатели», которые принимают все наблюдаемое в земных слоях за ясную, недвусмысленную запись произошедшего, которую надо просто пробежать глазами без дешифровки и существенных поправок. Это как бы автоматическое скорочтение текста, когда каждое слово понимается буквально и в смысле, лежащем на поверхности.

Такое необдуманное, поверхностное чтение геологической летописи сослужило плохую службу и геологии, и биологии. Сторонники учения катастрофизма наблюдали несогласия в напластованиях пород и видели в них прямые свидетельства катастрофических переворотов в истории Земли. Находили морские раковины в слоях, обнажающихся в горах, и радовались, что нашли подтверждение всемирного потопы. Критики учения Дарвина поступали примерно так же. Они обращали внимание на то, что новые группы организмов появляются в геологической летописи внезапно, что промежуточных звеньев между разными группами нет и что вообще организмы появляются в палеозойских породах в уже сформированном виде, тогда как в более древних породах вообще нет органических остатков. Значит, заключали они, постепенной «дарвиновской» эволюции не было. В геологической летописи они усматривали ясные свидетельства актов творения.

Этим крайним взглядам противостояли более обстоятельные, вдумчивые. Один из основателей современной геологии Ч. Лайель еще в 30-х годах прошлого века доказывал, что несогласное залегание земных пластов – результат неполноты геологической летописи. «... В твердом остове земного шара, – писал он в «Основных началах геологии», – мы имеем хронологическую цепь естественных событий, и в этой цепи недостает многих звеньев, но внимательное рассмотрение всех явлений приведет к заключению, что ряды эти и первоначально были неполными, что от времени они сделались еще более неполными, что большая часть их все еще недоступна человеку, и даже из этой доли, которая ему доступна, девять десятых до сих пор еще не исследованы». Лайель отметил, что условия для непрерывного накопления осадков наименее благоприятны на континентах. Сохранение органических остатков в земных пластах он правильно считал следствием счастливого стечения обстоятельств.

Чтобы отвести возражения оппонентов, неполнотой геологической



Рис. 1. Чарльз Дарвин

летописи пришлось обстоятельно заниматься и Ч. Дарвину. Глава десятая «Происхождения видов» так и называется: «Неполнота геологической летописи». В подлиннике стоит слово, которое также переводится как «несовершенство», что, может быть, точнее отразило бы смысл понятия.

Вот заключение, к которому пришел Дарвин в этой главе: «Те, которые думают, что геологическая летопись сколько-нибудь полна, без сомнения, сразу отвергнут эту теорию. Что же касается меня, то, следуя метафоре Лайеля, я смотрю на геологическую летопись как на историю мира, не вполне сохранившуюся, написанную на изменявшемся наречии, историю, из которой у нас имеется только один последний том, относящийся к двум или трем странам; от

этого тома сохранилась там и сям краткая глава, и от каждой страницы уцелело местами только по несколько строчек. Каждое слово медленно изменявшегося наречия, более или менее различного в последовательных главах, представляет собой формы жизни, которые погребены в наших последовательных формациях и которые мы ошибочно считаем появившимися внезапно. С такой точки зрения вышерассмотренные трудности значительно уменьшаются или даже исчезают».

Лайель и Дарвин преподавали превосходный образец настоящего научного отношения к свидетельствам геологической летописи. Они не могли не обращаться к ней, для обоих она была источником ценнейших свидетельств. Они осознавали и ее неполноту, но опять же это не было некое общее заявление, порождающее скепсис к любому геологическому документу. Они попытались проанализировать, насколько это было возможно в те годы, в чем именно геологическая летопись не полна, несовершенна.

Оказалось, что таких аспектов несколько. От исследователя ускользают определенные интервалы времени, осадки накапливаются не везде, документы могут быть вторично уничтожены, не все объекты прошлого, например, не все группы организмов, способны захороняться. Наконец, от многих объектов остаются лишь устойчивые к разрушению части. Все это можно отнести и к живому существу, и к целому материке.

Все это, так сказать, объективные, собственные свойства геологической летописи. К ним надо добавить все привносимое самим исследователем. Мы исследуем лишь доступные обозрению или горным

выработкам слои, одни районы посещаются снова и снова, а в других не ступала нога человека, собираемые коллекции могут быть никудашными, а до хороших коллекций не всегда доходят руки, немало орехов в наших наблюдениях, еще больше ошибок мы делаем в выводах.

Правда, ни Лайель, ни Дарвин не сформулировали, не назвали только что перечисленные аспекты полноты-неполноты геологической летописи и нашего ее прочтения. Это перечисление, точнее исчисление, составлено мною по их работам с минимальными добавлениями. Возможно, я что-нибудь и упустил, но у меня сложилось впечатление, что у Лайеля и Дарвина фактически учтены, хотя и не названы, все наиболее существенные стороны интересующей нас проблемы.

Все, что с тех пор писалось о полноте геологической летописи (эта литература очень велика), всегда касалось лишь какого-то одного или немногих ее аспектов. Чаще всего речь идет о том, какая доля геологического времени документирована в геологических разрезах. Палеонтологи подсчитывали, какой процент видов представлен в земных пластах и собранных коллекциях, в современных и захороненных экосистемах. Есть и другие работы по иным аспектам. Все же не я берусь назвать работу, в которой, прошу прощения за игру слов, поставлен вопрос, насколько полно наше знание о неполноте геологической летописи. Это значит, что научной «критики источников», конкретнее, учения о полноте-неполноте геологической летописи, пока нет.

Здесь не могу удержаться от соблазна объявить этот раздел естественного самостоятельным, считать новую научную дисциплину созданной (ее отцы – Лайель и Дарвин) и дать ей название, скажем, «геоархеография» (по некоторой аналогии с археографией). Хотя в названии поставлено слово «гео», новорожденная дисциплина не принадлежит лишь геологии, поскольку ее будут интересовать и организмы. К счастью, пока все они земные.

Итак, будем считать, что рождение геоархеографии состоялось. Если бы сейчас пришлось писать по ней руководство, то в ней пришлось бы выделить разделы, примерно соответствующие тем аспектам неполноты геологической летописи, которые я попытался вычленить в «Основных началах геологии» и «Происхождении видов». Что же можно написать в каждой из глав? Автор подобной книги окажется в крайне



Рис. 2. Чарльз Лайель

трудном положении. Он столкнется с тем, что нужные материалы разбросаны в литературе самым фантастическим образом и неизвестно, как их собирать.

Я уже перечислял те вопросы, которые чаще всего анализировались в литературе. Прежде всего это полнота разрезов. Если разрез богат органическими остатками, то обычно можно легко выяснить, насколько полно в нем представлена последовательность подразделений геохронологической шкалы. В стандартной шкале различаются группы (самые крупные единицы), в них выделяются системы (во времени им соответствуют периоды – кембрийский, ордовикский, силурийский и т.д.), далее следуют более дробные подразделения – отделы, ярусы и зоны. Нашли в разрезе непрерывную последовательность стандартных зон и утверждаем, что разрез полный. При более детальном исследовании можно различить в разрезе небольшие перерывы, захватывающие какие-то части зон. Их видно по строению границ между слоями. Кроме того, бывают еще и скрытые перерывы, устанавливаемые более сложными методами.

Есть данные, что в каждом месте подлинно непрерывное осадконакопление никогда не длится долго в масштабах геологического времени. Повидимому, оно не длится дольше первых сотен тысяч лет даже в самых благоприятных условиях. Потом наступает хотя бы краткая пауза. В обычных условиях время непрерывного отложения осадка гораздо меньше и исчисляется тысячами или сотнями лет. В вулканических областях накопление пород может происходить всего лишь сутками. После извержения наступает длительная пауза. Конус вулкана вполне может быть почтенного возраста, но если сложить интервалы извержения, то окажется, что для роста вулкана фактически потребовались считанные месяцы.

Большая часть тех геологических разрезов, с которыми приходится иметь дело, пронизана многочисленными скрытыми перерывами. Подсчитано, что в условиях шельфовых мелководий, где порой накапливаются мощнейшие толщи пород, время, потребное для их образования, составляет доли процента от общего времени наложения всей толщи. Остальное время в осадке не материализуется.

Жаль, что пока не известно, можно ли эту прерывистость осадконакопления относить ко всей Земле. Если суммировать все геологические разрезы планеты, мы, может быть, получим летопись без каких-либо временных перерывов. А может быть, и не получим. Пока это – проблема. На границе пермской и триасовой систем, которая одновременно служит границей палеозоя и мезозоя, во всех районах Земли, где известны пограничные толщи, наблюдается больший или меньший перерыв в осадконакоплении. Наиболее полный разрез пограничных слоев сейчас найден и описан в Южном Китае, но едва ли и там нет скрытых перерывов. Если они есть, не известно, где искать их заполнение.

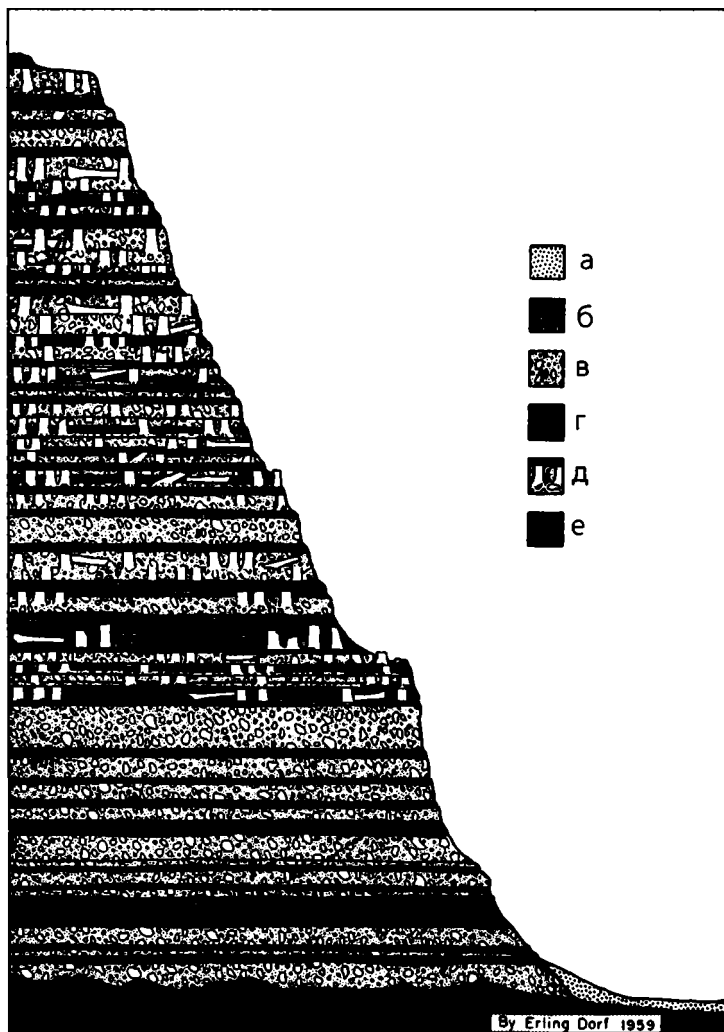


Рис. 3. Разрез северного склона Аметистовой горы в Йеллоустоунском национальном парке-заповеднике (штат Вайоминг, США), содержащий последовательность ископаемых лесов, погребенных вулканическим пеплом; видно, что разрез содержит многочисленные перерывы, соответствующие периодам восстановления и последующего существования лесного покрова на месте предыдущего погребенного леса: а — аллювиальные отложения, б — базальты, в — брекчии, г — туфы, д — окаменелые стволы деревьев, е — палеозойско (?) - докембрийский фундамент. Мощность разреза до 600 м (по Э.Дорфу).

В последние годы ученые много говорят о событиях на границе мезозоя и кайнозоя (мелового и палеогенового периодов). На этой границе, кстати, произошло пресловутое вымирание динозавров – одна из излюбленных тем газетных репортеров. Сейчас многие склоняются к гипотезе, что рубеж между двумя эрами был отмечен космической катастрофой – падением на Землю небольшого астероида... Во многих местах планеты нашли слои с повышенным содержанием иридия и других редкоземельных элементов. Их обычно больше содержится в метеоритах, чем в земной коре. Около слоя с иридием во многих местах обнаружен кратковременный перерыв в осадконакоплении. Он не нарушает общего строения осадочных толщ, так что заметить его трудно. Не мог ли этот перерыв быть планетарным. Земля на какой-то момент как бы замерла, накопление осадков ненадолго прервалось, потом возобновилось. Пока это фантазия, но не совсем беспочвенная.²

Таким образом, даже в наиболее разработанном разделе геоархеологии мы не можем ответить на самые важные вопросы. С другими разделами все обстоит не лучше. Возьмем систематику организмов прошлого. Насколько полно их таксоны представлены в геологической летописи, писали многие палеонтологи и цифры приводили весьма разноречивые. Очевидно, какой-нибудь универсальный для всех таксонов процент вывести нельзя. Одно дело – кремневые скелетики морских одноклеточных радиолярий. Они прекрасно сохраняются неограниченно долгое время, другое дело – мягкотелые дождевые черви. Их трупы и сгнить не успеют, как будут уничтожены многочисленными трупоедами.

Полноту летописи приходится ставить в зависимость и от ранга группы. Надо полагать, в ранге царств геологическая летопись полна. Какую бы ни взять классификацию живых существ на царства, получается, что каждое из них оставило своих представителей палеонтологам.

² Однако существует и другая точка зрения происхождения иридиевых аномалий, которая ставит под сомнение их «импактную» природу. В целом ряде случаев иридиевые аномалии легче объяснить пространственной связью с зонами активного вулканизма. В конце 80-х годов 20 столетия американские ученые обнаружили в одном из вулканогенных разрезов пограничных отложений между мелом и палеогеном сразу несколько пластов с повышенным содержанием иридия, что вряд ли можно связать с одномоментным падением на Землю крупного космического тела. На это же указывает высокое содержание иридия в породах среднего и верхнего маастрихта некоторых регионов, формировавшихся в зонах активного вулканизма. Эти породы накапливались по меньшей мере за 2-3 миллиона лет до предполагаемых «импактных» событий. По данным геологов АМУРКНИИ ДВО РАН А.П. Сорокина и др., содержание иридия в 90 раз превышающее фоновое, получено для вулканогенно-осадочных слоев Большого Хингана с остатками гадрозавров среднего маастрихта. Об этом же свидетельствует отсутствие существенных изменений растительности на границе мезозоя и кайнозоя в пределах Ларамийского и Западно-Тихоокеанского вулканических поясов, в том числе, по большому сходству состава маастрихтских (самый конец мела) и датских (начало палеогена) флор Аляски, Канады, Корякского нагорья, Сихотэ-Алиня, Приамурья и других регионов Северного полушария. (Ред.)

Если спуститься вниз по цепочке рангов, то в конце иерархии будут располагаться виды. Утверждать, что каждый вид запечатлен в геологической летописи, рискованно. Какие-то виды, очевидно, ускользнули от нашего наблюдения навсегда. Стало быть, уровень полноты геологической летописи находится где-то посередине между видами и царствами. Утверждение, прямо скажем, не слишком впечатляющее.

Я пробовал анализировать этот вопрос на примере голосеменных. Составлял систему голосеменных растений и пробовал реконструировать ее становление, привлекая буквально все доступные палеоботанические данные. Получившаяся система включает двадцать девять нацело вымерших семейств. Подавляющее большинство их установлено в последние полвека, только четыре семейства были известны раньше. Тем не менее, растения, вошедшие в эти вновь установленные семейства, фактически известны и описаны палеоботаниками еще в прошлом веке или начале нынешнего. Их знали, но систематическую принадлежность не могли расшифровать, относя к другим семействам.

Чаще всего палеоботаники допускали ошибки из-за того, что не знали, как соединялись при жизни части, встречающиеся в захоронениях разрозненно. Например, семейство каллистофитовых, характерное для каменноугольного периода, было установлено в 1970 году американскими палеоботаниками Б. Стиддом и Д. Холлом. Сейчас это одно из наиболее изученных палеозойских семейств голосеменных. Удалось реконструировать входящие в него растения целиком, в семенах; наблюдали даже проросшую пыльцу с пыльцевой трубкой. Лишь после установления семейства выяснилось, что один из относящихся к нему видов описан еще в 1820 году основателем палеоботанической систематики Э.Ф. фон Шлоттгеймом³. Листья этого голосеменного растения долго считали папоротни-

³ Эрнст Фридрих фон Шлоттгейм (Ernst Friedrich von Schlotheim) родился 2 апреля 1764 г. в Алменхаузене в Тюрингии. В 1792–1793 г. учился в Горной академии во Фрейбурге в Саксонии у известного геогноста, главы школы «нептунистов» Абрагама Готлоба Вернера. По свидетельству одного из современников, Вернер был «человек старой закалки, угодный Богу. Он был одарен глубокими познаниями и, однако, по детски безобиден в своих привычках. Через него горное дело в большой расцвет пришло и герцогу Богемскому принесло неслыханное богатство. Вся область благодаря тому полна народом и благоденствует. Все рудокопы почитают в нем своего отца, и доколе стоит Эйла, также и его имя называемо будет с чувством признательности». Впоследствии Шлоттгейм стал известен своими исследованиям по металлургии железа и серебра, которые положили начало его карьере. В 1822 г. он получил должность хранителя библиотеки и художественных и естественно-исторических коллекций Герцогства Саксонского, а 1828 г. был назначен членом Министерства этого Герцогства. Другом Шлоттгейма был знаменитый Александр фон Гумбольдт. В ходе своих занятий горным делом Шлоттгейм собрал обширные коллекции ископаемых растений, преимущественно из Нижнего Нового Красного Песчаника Тюрингии и карбона Саарского бассейна. Он тщательно изучал их и старался точно изобразить растительные остатки. В изданной в 1804 г. работе «Beschreibung merkwuerdiger Kraeuter-Abdruecke und Pflanzen-Versteinerungen. Ein Beitrage zur Flora der Vorwelt» Шлоттгейм впервые использовал

ковыми. Окаменелые стебли тех же растений были описаны в 1879 году и ошибочно отнесены совсем к другой группе растений.

Получается, что последние полвека, хотя это время наиболее интенсивного коллекционирования ископаемых голосеменных и наиболее детальных палеоботанических исследований, привели лишь к расшифровке семейств, представители которых давно легли в коллекционных лотках и ждали своего часа.

Я убежден, что мы дешифровали далеко не все семейства вымерших голосеменных. Но я также убежден (приводить все доводы было бы скучно), что уже сейчас в коллекциях палеоботаников лежат, оставаясь отчасти нерасшифрованными, нераспознанными, представители всех или почти всех когда-либо существовавших семейств голосеменных. Иными словами, я думаю, что на уровне семейств геологическая летопись, касающаяся голосеменных, полна. Аналогичный анализ вполне можно провести и по некоторым другим группам организмов.

Не во всех случаях полнота геологической летописи может быть представлена в цифрах. Многих животных мы знаем лишь по остаткам скелета, раковины. Имеет ли смысл здесь говорить о сохранности в процентах? Как считать проценты и будет ли смысл в самих подсчетах?

Оценить полноту морфологической сохранности трудно еще и из-за того, что мы многое можем надежно реконструировать по сохранившимся частям. И впоследствии часто трудно отделить найденное от восстановленного. Палеонтологу приходится выступать в роли Шерлока Холмса, который успешно догадывался об облике не только хозяина, но и его собаки, глядя на оставленную в его квартире трость. Когда антрополог М.М. Герасимов научился восстанавливать лицо человека по сохранившемуся черепу, он опирался на опыт палеонтологов. Им доводилось выполнять сложнейшие реконструкции, которые порой блестяще подтверждались последующими более полными находками.

Помимо подобных реконструкций, когда восстанавливается общий облик вымерших животных и растений, палеонтолог может судить о многих утраченных частях просто из знания систематической принадлежности организмов. Простейший пример: лишь совсем недавно удалось обнаружить сохранившиеся внутриклеточные органеллы, в том

для ископаемых растений линнеевскую биномиальную номенклатуру. По-видимому, еще до работ У. Смита (1815) Шлотгейм имел определенные представления о стратиграфическом значении ископаемых растений. В то же время, его интерпретации не всегда отличались ясностью и носили отпечаток религиозных воззрений того времени. Так, он считал, что остатки ископаемых растений являются очевидными свидетельствами Всемирного Потопа («unleugbare Dokumente der Suendfluth»). По мнению Шлотгейма, описывавшиеся им каменноугольные растения указывали на более теплый климат, чем тот, который преобладал в тех же районах в его время, при этом эти растения несравнимы с существующими видами и, следовательно, являются вымершими. Главной палеонтологической работой Шлотгейма является вышедшая в 1820 г. книга «Окаменелости» (Die Petrefactenkunde). (Ред.)

числе и хлорофилловые зерна, ископаемых растений. Однако палеоботаники никогда не сомневались, что у всех вымерших растений, с которыми они имели дело, был хлорофилл. Ведь хлорофилл есть у всех высших растений, кроме некоторых паразитических видов.

Заранее установить пределы способности квалифицированного палеонтолога восстанавливать морфологические, физиологические и экологические особенности ископаемых организмов невозможно, поскольку человеческая изобретательность – как в дедукциях, так и в совершенствовании исследовательской техники – беспредельна. То же можно сказать про любой другой объект или событие прошлого. Вспомним пример с падением астероида на рубеже мелового и палеогенового периодов. Кто бы мог подумать в прошлом веке, что мы сможем весьма обоснованно судить о такой космической катастрофе по повышению концентрации иридия в осадках? Разве могло прийти кому-нибудь в голову, что изучение химического состава метеоритов приведет к весьма правдоподобной реконструкции события, случившегося почти 70 миллионов лет назад?

Я готов, не колеблясь, выдвинуть оптимистический тезис: нет такого объекта, события сколь угодно отдаленного прошлого Земли, реконструкция которого принципиально, заведомо невозможна. Всего мы никогда не восстановим, но решительно утверждать, что именно мы никогда не реконструируем, нельзя.

Внимательный читатель может упрекнуть меня в противоречии. Я начал с довольно скептических фраз по поводу того, что говорят геологи о прошлом Земли, биологи – об эволюции жизни. Теперь я вроде бы сам поощряю фантазии. Чтобы упрек не был справедливым, я дополню только высказанный оптимистический тезис менее оптимистическим. Действительно, нельзя обозначить ограничений в нашем познании прошлого. Но, к сожалению, нельзя сделать и другого – указать такое утверждение о прошлом, которое заведомо полно и истинно. Каждое наше высказывание, если оно не тривиально, может потребовать каких-то корректив в будущем. С прошлым здесь все обстоит так же, как с настоящим и будущим.

Важно учитывать еще вот что. Для достоверной реконструкции прошлого мы должны хорошенько разобраться не только в полноте, но и в представительности геологической летописи, а это не одно и то же. Представительность – как бы кворум нужных нам свидетельств, которых достаточно для принятия решений. Полнота нам вообще-то даже не нужна, мы просто утонули бы в избыточности свидетельств.

Геоархеография, если таковая будет когда-нибудь создана, должна быть хорошо развитой естественнонаучной дисциплиной. Тогда от нее будет прок. Но вот парадокс: для своего развития геоархеография нуждается в тех самых сведениях, к проверке, оценке которых она сама призвана. В самом деле, многие наши подсчеты, касающиеся осадков, их полноты в пространстве и времени, полноты фиксации геологического

времени в земных пластах, тесно зависят от общих и частных геологических концепций, от реконструкции экосистем прошлого и многого другого.

Допустим, нас интересует зависимость распространения слоев по поверхности Земли от их возраста. Так мы могли бы узнать скорость уничтожения осадков вторичными процессами. Это – важный для геоархеологии вопрос. Но решать его придется по-разному, если допускать или не допускать движение материков, пульсацию или расширение Земли. Надо делать выбор между столь общими концепциями, а это требует развитого геоархеологического знания.

Мы как бы попадаем в замкнутый круг. Но так уж устроено наше познание, ничего другого не остается. Для создания геоархеологии как полноценного раздела естествознания придется привлечь весь арсенал исторической геологии, палеонтологии и других наук. Как только геоархеология станет на ноги, она будет обратной связью влиять на своих доноров. (Кстати, хорошо звучит термин «обратная связь» по-английски: *feed-back* – «обратное питание»). В них многое придется переоценивать, что, в свою очередь, вызовет перемены в геоархеологии. Мы знаем массу примеров подобного развития наук. Более того, видимо, все они так или иначе существуют благодаря «обратному питанию».

Но все же – можно ли верить геологической летописи? Что касается самой летописи, то ей конечно же, можно верить. В природе нет составителей ложных документов. Все документы Земли, хотя и неполны, но говорят только правду. Ложным же, лучше сказать – ошибочным, может быть лишь наше прочтение сохранившихся страниц геологической летописи. Как отличить правильное прочтение от неправильного, я не берусь дать общего рецепта. Ведь геоархеология еще не создана.

ИСКОПАЕМЫЕ СВИДЕТЕЛИ. ТРИ «ЗА» В ПОЛЬЗУ МОБИЛИЗМА¹

Идея дрейфа материков мало кого оставила равнодушным: даже людям, далеким от науки, совсем безразлично, живут они на устойчивых или путешествующих континентах. Те же, в чьих руках есть научные факты «за» или «против» дрейфа материков, рано или поздно втягиваются в дискуссию. Именно так получилось с палеонтологами. Одна из последних годовичных сессий Всесоюзного палеонтологического общества даже была посвящена теме «Палеонтология и мобилизм».

Просматривая соответствующую литературу, замечаешь в ней любопытные закономерности. Во-первых, можно назвать множество палеонтологов, которые были сначала убежденными фиксистами, а затем стали не менее убежденными мобилистами. Во-вторых, из одного и того же массива фактов одни и те же люди в разное время или разные люди в одно и то же время делают выводы, порою прямо противоположные. Например, в 1960 году американский палеоботаник Д. Аксельрод опубликовал статью под решительным заголовком «Ископаемые флоры свидетельствуют об устойчивых, а не дрейфующих материках». Немецкий палеоклиматолог М. Шварцбах тщательно проанализировал примерно тот же круг фактов и сформулировал противоположный вывод, воспользовавшись теми же словами. «Ископаемые флоры, – написал он, – свидетельствуют о дрейфующих, а не устойчивых материках». В 1970 году Аксельрод опубликовал статью, где решительно присоединился к мобилизму, в частности к тектонике плит, и ни словом не обмолвился о своей статье десятилетней давности.

Выходит, палеонтологические факты можно толковать и так и этак, и, стало быть, они, по существу, не имеют права голоса в дискуссии. А если это так, то стоит ли палеонтологам вообще вступать в коалицию с мобилистами или фиксистами?

Чтобы решить этот вопрос, надо начать с оценки палеонтологических фактов и по возможности выяснить, какими они должны быть, чтобы на них можно было опереться в дискуссии о мобилизме.

Обычно палеонтологи, выступающие за перемещение материков, обращают внимание на три группы фактов.

В первую группу входят все случаи распространения одних и тех же ископаемых животных и растений на противоположных берегах океана. Когда в триасовых отложениях Антарктиды нашли кости листрозавра – рептилии, до этого известной в Индии, Южной Африке и Южной Америке, то в научных изданиях и даже в газетах замелькали сообщения, что получено замечательное доказательство объединения

¹ «Техника – молодежи». 1976. № 11. С. 24–25.

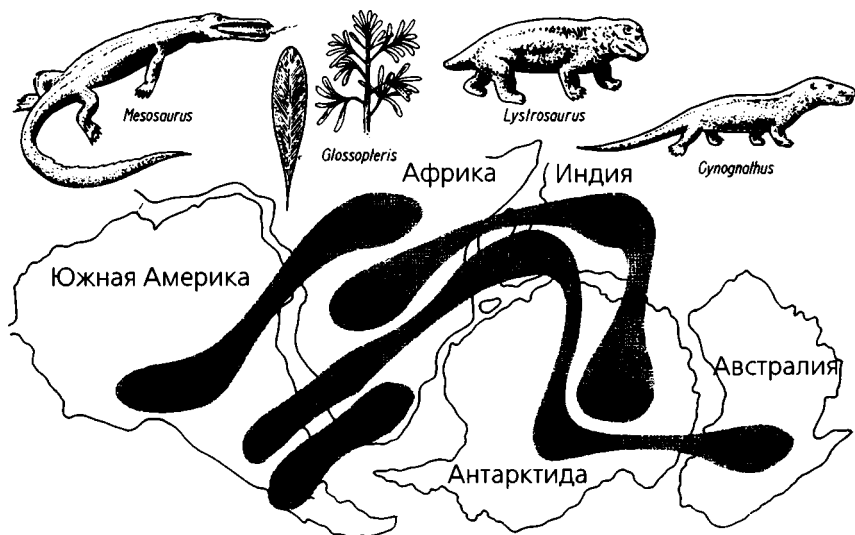


Рис. 1. Современные материки, входившие в состав древнего континента Гондваны до его раскола, и распространение некоторых ископаемых животных и растений, свидетельствующее о былом единстве этих материков: *Mesosaurus* – пресмыкающийся из перми Южной Африки и Южной Америки; *Glossopteris* – голосеменное растение, обнаруженное в пермских отложениях всех материков, входивших в состав Гондваны; *Lystrosaurus* – пресмыкающееся из нижнего триаса Африки, Южной Азии и Антарктиды; *Cynognathus* – пресмыкающееся из нижнего триаса Аргентины и Африки (по Е.Кун-Шнидеру, 1977)

материков Южного полушария и Индии в некогда существовавший материк Гондвану. Эта же находка оценивалась как подтверждение послетриасового раскола Гондваны и последующего расползания ее частей.

На поразительное сходство палеозойских растений во всех частях этой гипотетической Гондваны опирался еще А.Вегенер, выдвигая свою концепцию мобилизма в начале нынешнего века. В самом деле, состав палеозойских ископаемых растений, найденных в глубинах Антарктиды и в Северной Индии, в Южной Америке и Южной Африке, на Мадагаскаре и в Австралии, практически один и тот же. Можно, конечно, допустить, что материки всегда сидели на своих местах, а на месте океанов когда-то была суша. По ней, дескать, и путешествовали листрозавры, и легко расселялись растения. Но тогда придется допустить, что эти растения, в отличие от нынешних, не слишком зависели от географических поясов и могли жить на всех широтах от экватора до Южного полюса. Опровергнуть такие предположения трудно, но и доказать нелегче.

Эта группа фактов указывает на неестественную разобщенность флор и фаун, которые «хочется» воссоединить, убрав разделяющие океаны. Такие факты действительно могут косвенно свидетельствовать о времени возникновения океанических впадин, но далеко не всегда эти свидетельства надежны. Палеонтологи будущего найдут кости людей, собак и кошек по обе стороны нынешней Атлантики, но я бы не стал поздравлять их с выводом, что эти кости указывают на отсутствие Атлантического океана в наши времена. Так же обстоит дело и с общностью вымерших флор и фаун. Хотя они не путешествовали через океан на кораблях и самолетах, но имели другие возможности пересекать обширные водные преграды. Например, мелкие зверюшки путешествуют на вынесенных реками бревнах, на которых они спасались во время наводнения. Мелкие семена и, тем более, споры разносятся на сотни, а то и тысячи километров ветром, птицами и даже насекомыми (например, саранчой).

Итак, эта группа фактов, наиболее популярная среди палеонтологов-мобилистов, дает лишь косвенные свидетельства. Именно эти факты легче всего допускают встречное толкование, и именно они чаще всего сбивают людей с толку.

Более важной представляется вторая группа фактов. Их сущность лучше пояснить на конкретном примере. В отложениях мелового периода Северо-Восточной Бразилии и в одновозрастных толщах обращенной к Атлантике Экваториальной Африки встречаются очень сходные остатки мелких ракообразных (остракод). Примечателен не сам по себе общий состав видов остракод, а то, в каком окружении они захоронялись. В нижней части геологического разреза они приурочены к осадкам сравнительно небольшого пресноводного бассейна. Выше по разрезу на обоих континентах отложения этого бассейна сменяются одинаковыми соленосными толщами с характерным и довольно редким составом солей. Еще выше, и в Бразилии и в Африке, лежат морские отложения с одними и теми же раковинами аммонитов. Эта аммонитовая фауна резко отличается от известной в Африке севернее (в Марокко). Еще выше по разрезу аммониты становятся одними и теми же по всей приатлантической части Африки.

Палеонтологи Реймент и Тейт рассказывали про все это на Международном геологическом конгрессе в 1972 году. В начале мелового периода, считают они, Бразилия почти вплотную примыкала к Экваториальной Африке. Пресноводный бассейн, в котором жили остракоды, захватывал смежные части обоих континентов. Потом с юга внедрилось море с аммонитами, что ознаменовало начало расхождения материков. Еще позже морской бассейн расширился и соединился с другим бассейном, располагавшимся на севере Африки. Образовалось подобие нынешнего Атлантического океана.

Изложенные факты отличаются от фактов первой группы тем, что здесь мы видим сходство не только организмов, но и вмещающих осадков; не каких-то отдельных событий, а всей их последовательности в

районах, ныне разделенных. Можно, конечно, и здесь допустить, что одинаковые события происходили в Бразилии и Африке независимо (или зависели от какой-то общей причины) и что из-за сходства разрезов и окаменелостей совершенно не обязательно двигать материк. Все же такое допущение кажется менее вероятным. Слова «менее вероятным» употреблены здесь не из-за внешней осторожности. Приходится помнить, что восстановление давно прошедших событий всегда основано на неполном знании сохранившихся документов и что многие следы событий утрачены навсегда. Делать категорические выводы в таких условиях не только рискованно, но и недопустимо.

Наконец, есть третья группа фактов, доставляемых главным образом палеоботаниками и ставящих противников мобилизма в особенно трудное положение. Наверное, именно поэтому они стараются о таких фактах не вспоминать. Ископаемые растения дают много ценных свидетельств о климатах прошлого. Лучше всего по их остаткам прослеживаются области, в которых температура никогда не опускалась ниже нуля и сезонность климата была минимальной. Это климат влажных тропиков. Мы привыкли к тому, что течения, горные хребты и другие местные географические особенности могут сильно влиять на климат. В Осло климат значительно мягче, чем на южной оконечности Гренландии, хотя оба места лежат на одной широте. Но все местные факторы бессильны сдвинуть климат влажных тропиков к северу или к югу дальше тридцатой параллели. Есть серьезные доводы за то, что симметричное положение влажных тропиков вдоль экватора контролируется астрономическими факторами – наклоном земной оси и солнечным излучением. Палеоботанические исследования последних десятилетий позволили выделить полосу такого климата на протяжении последних 350 миллионов лет. Оказалось, что северная граница этой полосы с начала каменноугольного периода и до середины мелового, то есть почти 280 миллионов лет, колебалась в пределах сравнительно узкой полосы. За то же время южная граница сместилась на несколько тысяч километров к югу. Это противоречие в данных по обеим границам легко разрешается, если допустить перемещение материков и, в частности, отвести на юг Индостанский полуостров, присоединив его к Гондване.

Не менее важно и другое. Если принять фиксистские реконструкции, то для значительного отрезка геологического времени пояс влажных тропиков придется почти целиком поместить в одно полушарие (Северное) и к тому же предположить, что по берегам Северной Атлантики он поднимался в арктические широты. Каменноугольные растения, указывающие на такой климат, известны в северной части Гренландии и на Шпицбергене.

Справиться с этими климатическими парадоксами без помощи гипотезы мобилизма пока никому не удалось. Симпатий палеонтологов к мобилизму имеют поэтому очень серьезные основания.

СПОРНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕОРИИ СТРАТИГРАФИИ¹

Чем бы ни занимался геолог, отдельным минералом или структурой гор, у него возникают вопросы, начинающиеся со слова «когда». Когда образовался этот минерал? Когда отложились эти слои и когда они смялись складки? Бесчисленное множество этих «когда» не случайно. Не зная, что было раньше, а что позже, мы не можем восстановить причинно-следственные связи между явлениями.

Поэтому, пока в геологии используется исторический метод, она не сможет обойтись без услуг стратиграфии, официально ответственной за установление временных отношений между телами, слагающими земную кору. Стратиграфическими вопросами специально занимаются тысячи и тысячи геологов во всем мире. Но в научно-популярной литературе их деятельность отражается редко и упрощенно.

КАЖУЩАЯСЯ ПРОСТОТА СТРАТИГРАФИИ

Рассказ сводится к тому, что история Земли делится на эры, периоды, эпохи и века, к которым приурочены разные геологические и биологические события. Сама по себе смена периодов еще ничего не говорит об их длительности. О ней судят по изотопному составу некоторых элементов в горных породах. Последовательность эр, периодов, эпох и веков называется относительной геохронологией, а исчисление возраста пород в годах, — абсолютной геохронологией. Что же здесь остается растолковывать? Можно объяснить, как устанавливались периоды, как прослеживались этапы развития жизни, как изучается изотопный состав элементов и какие здесь встречаются технические сложности. Но ведь это уже не стратиграфия, а просто историческая геология, палеонтология, геохимия. Сама же стратиграфия лишь загребает жар чужими руками, располагая поступающие данные в хронологической последовательности.

Осознание сложности теоретической стратиграфии пришло не сразу. Решающую роль тут, по-видимому, сыграли сугубо практические потребности геологии. Прогноз месторождений полезных ископаемых немалым без геологических карт и палеогеографических реконструкций. На геологических картах больших территорий геолог лишается возможности показать конкретные геологические тела. Их надо объединять по какому-то общему признаку, которым издавна служит относительный возраст пород. Легенда таких карт — это несколько видоизмененная гео-

¹ «Природа». 1974. № 12. С. 16–22.

хронологическая шкала. Помимо международной шкалы из эр (групп), периодов (систем), эпох (отделов) и веков (ярусов), в распоряжении геологов имеются еще и местные, или региональные, стратиграфические шкалы (РСШ). На основе РСШ составляют легенды крупномасштабных карт сравнительно небольших территорий. Прежде чем нарисовать сводную карту для смежных регионов, надо составить сводную РСШ или переходить на подразделения международной стратиграфической шкалы (МСШ). Так же обстоит дело и с палеогеографическими картами. Но здесь еще более важно знать возраст пород, поскольку такие карты строятся для определенного временного среза.

Что надо делать, кажется ясным. Геологам надо сесть за один стол, сопоставить местные шкалы и выработать какую-то более общую шкалу. Конечно, возникнут разногласия. Для их разрешения надо ввести общие принципы и оговорить конкретные процедуры. Все это можно записать в специальном кодексе, лучше всего международном. Итак, за дело взялись специальные комиссии. Вот здесь-то и стали вскрываться глубокие противоречия между стратиграфами. Если бы дело было только в формальностях, все можно было бы решить, на худой конец, голосованием. К сожалению, мнения разошлись о самих основах стратиграфии, о природе шкал и их подразделениях, принципах их сопоставления, о том, сколько надо иметь шкал, каких и т. д.

Дискуссии на эти темы начались еще в прошлом веке, но, будучи лишь косвенно связанными с насущными сиюминутными задачами, они долго носили оттенок академичности. Теперь эти вопросы коснулись каждого стратиграфа, а поскольку прежде чем геолог станет специалистом любого профиля, он должен сначала стать стратиграфом, дискуссии затронули интересы широких кругов. Литература по теории стратиграфии исчисляется уже сотнями названий и растет по экспоненте, а, следовательно, разногласия не сглаживаются, а обостряются. Работают национальные и международные комиссии и подкомиссии, проходят конференции и симпозиумы, но лишь немногим странам удалось принять национальные кодексы (страдающие серьезными недостатками), надежды же получить международный кодекс скорее тают, чем крепнут.

Почему же простые на вид принципы стратиграфии оказались столь дискуссионными? Забегая вперед, рискну сразу ответить: решая вопросы стратиграфической практики, стратиграфы недостаточно углубились в те вопросы теории, которые не являются только стратиграфическими. Разбираясь в частных принципах, стратиграфы зачастую не замечали, что они вошли в область проблем настолько общих, что их приходится считать мировоззренческими, философскими. Проблемы такого масштаба не сразу поддаются решению, но поддаются освещению, и одного этого бывает достаточно для снятия более частных, специальных противоречий на приемлемой для всех основе.

ПРИРОДА СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ШКАЛ

Начнем с дискуссии о природе международной стратиграфической шкалы (МСШ) и региональных шкал (РСШ). Свой почти современный вид МСШ приобрела в конце прошлого века. Она была составлена почти целиком на европейском материале и казалась (с европейской точки зрения) вполне естественной. С ростом детальности исследований, уточнением систематики ископаемых организмов все четче выявлялась специфика геологической истории, состава фауны и флоры разных участков Земли. Легенды геологических карт Азии, Африки, Америки, Австралии уже нельзя было составлять на европейском фундаменте, постепенно складывались региональные стратиграфические шкалы. «Естественность» МСШ пошатнулась. Родилось представление, разделяемое сейчас многими геологами: МСШ — необходимое построение, играющее роль внешней шкалы для связи региональных шкал. Ее «естественность» с историко-геологической и палеонтологической точек зрения сохраняется лишь в тех местах, где установлены ее подразделения. В масштабах же Земли в целом остаются естественными лишь самые крупные ее единицы — эры, периоды, некоторые отделы. Мелкие же стратиграфические единицы, чтобы быть естественными, должны быть местными, выделяемыми для естественных историко-геологических регионов. Эти единицы будут совпадать с подразделениями МСШ лишь по воле случая.

Если встать на эту точку зрения, автоматически следует вывод о существенно разной природе МСШ и РСШ. Вкладывая во все единицы МСШ универсальное для всей Земли содержание, мы должны допустить былое существование всемирных перестроек. Это — рецидив давно отвергнутого геологами катастрофизма. Поэтому основой МСШ должно быть нечто, прямо не связанное с геологической историей, а именно: необратимая эволюция органического мира. МСШ не только должна быть, но по существу уже и является биологическим построением. На эти соображения другие исследователи резонно замечали, что органический мир, во-первых, зависит от геологической истории, а во-вторых, разделен на географические группировки. К тому же разные группы организмов в разных местах эволюционируют неравномерно и несинхронно. Стало быть, такая биологическая МСШ тем более будет условным построением. Сделать ее естественной можно лишь в очень крупных подразделениях, не имеющих серьезного практического значения. Естественными и сохраняющими связь с историко-геологической периодизацией являются лишь региональные шкалы.

Против этих, довольно популярных взглядов, в свою очередь, выдвигались веские соображения. Одно из них чисто практическое: реализуя условные построения, надо опираться на соглашения между исследователями. Склоняясь к соглашению в принципе, они обычно настаи-

вают на том, чтобы за основу решения была принята именно их точка зрения. Приходится давать более общую оценку конкурирующих взглядов, а это ведет как раз к тому, чего старались избежать, – теоретическим разногласиям. Против представлений об условности МСШ и ее биологической природы выдвигались и собственно научные аргументы. Нельзя отрывать этапы развития организмов от изменения физико-географической обстановки, запечатлевшейся в осадках. Поэтому МСШ должна получать не одно лишь биологическое, а комплексное обоснование. Неправильно преувеличивать и специфику отдельных регионов. Земная кора – не собрание независимых клавиш. Каждое значительное в одном месте событие имеет глобальный резонанс. Надо только научиться считать соответствующие записи. Сделав это, мы построим единую и естественную для всей планеты шкалу. Недостатки имеющейся МСШ нет смысла отрицать, и именно поэтому эту шкалу нельзя навсегда закреплять международными соглашениями.

К сожалению, и эти рассуждения уязвимы для критики. Глобальный резонанс – заманчивая перспектива, но как практически расшифровать глобальные сигналы среди шумов местного происхождения? Давайте оставим эти мечты для наших потомков, а пока сопоставим МСШ, основываясь на соображениях удобства, опираясь на соглашение. Круг замыкается, так как удобное для одних – неудобно для других, уступать никто не хочет, нужны объективные критерии, естественность и т.д.

АСПЕКТЫ ЕСТЕСТВЕННОСТИ

Чтобы разорвать этот замкнутый круг, надо прежде всего убедиться, что по ходу дела не происходило подмены разных понятий, выступающих под маской одного термина. Поскольку больше всего говорилось о естественности, с ней и надо разобраться. Что же такое естественная стратиграфическая шкала, которую надо получить или от которой пора отказаться? Господствующее мнение таково: естественная шкала – это последовательность в разрезе каких-то следов событий (планетарных или местных, биотических или абиотических), причем более важным событиям соответствуют подразделения шкалы более высокого ранга, а более мелким – более низкого ранга. Иными словами, естественная шкала должна быть изоморфна истории не только в последовательности членов, но и в их значимости. Разберем это утверждение на отвлеченном, но отражающем действительную ситуацию примере.

Представим, что в слоях А, В и С аммониты, фораминиферы, а также споры и пыльца наземных растений распределены как на рис. 1. Посадим «аммонитчика», «фораминиферщика» и палинолога за стол переговоров и предложим им выработать одну естественную шкалу. «Аммонитчик» будет настаивать на объединении А+В. «Фораминиферщик»

С		II		II		III
В		I		II		II
А		I		I		I
	аммониты		фораминиферы		споры и пыльца	

Рис. 1. Схема распределения в разрезе остатков различных групп организмов (аммониты, фораминиферы, споры и пыльца); вертикальная линия соответствует роду. Хотя каждая группа позволяет выделить в разрезе интервалы А, В и С, объединение этих интервалов в более крупные стратиграфические подразделения по аммонитам и фораминиферам различно, а по спорам и пыльце вообще нецелесообразно

предпочтет вариант В+С. Палинолог скажет, что попарное объединение А,В, и С, с его точки зрения, вообще противоестественно.

Последняя оговорка «с его точки зрения» является самой важной. Чья же «естественность» заслуживает наибольшего внимания? В спор включается геолог и говорит: аммониты можно собрать и кое-как определить прямо в поле, а фораминиферы и споры с пылью надо обрабатывать только в лаборатории, да еще неизвестно, найдутся ли они в образцах. Другой геолог возразит: фораминиферы встречаются тысячами и статистически эти данные надежнее, а оболочки у спор и пыльцы можно встретить и в морских, и в континентальных отложениях. Значит, подразделения по ним будут более универсальными.

Итак, каждая из договаривающихся сторон говорит о естественных этапах и сам собой напрашивается вывод, что стратиграфической естественности «вообще» просто не существует. Сколько методов, сколько групп организмов, столько будет и естественных шкал. Будут они совпадать – не о чем и беспокоиться. Этот подход становится все популярнее. К издавна существующим био- и литостратиграфии добавляются магнито-, тектоно- и прочие стратиграфии. Предлагаются отдельные шкалы по аммонитам, белемнитам, остракодам и т.д. Весь этот набор шкал меняется от региона к региону. Несусветная кутерьма захлестнула современную стратиграфию. Разобраться в переплетении многочисленных шкал стало трудно даже узким специалистам. Ведь надо еще учесть разногласия между специалистами, работающими одним методом. Стратиграфия движется к вавилонскому столпотворению и все это – под флагом естественности стратиграфических шкал. Значит, долой естественность и да здравствует удобство, условность, договоренность? Мы снова вернулись к прагматическим рецептам, а они, как выяснилось, также «не работают».

Остается, по-видимому, одно. Не надо путать палеонтологическую, литологическую, палеомагнитную и прочую естественность со стратиграфической. Последняя не может быть оторвана от естественности совокупностей, выделяемых разными дисциплинами, но должна приобрести и некоторую самостоятельность. Это значит, что совокупность пород, выделенная любой дисциплиной, может сохранить, а может и утратить свою естественность, когда она переходит в сферу интересов стратиграфии, т. е. рассматривается с точки зрения предмета стратиграфии как научной дисциплины. Специально стратиграфическим аспектом естественности является хронологическая упорядоченность, поскольку собственный, специфический предмет стратиграфии – это установление пространственно-временных отношений геологических тел.

Последнее утверждение может вызвать серьезные упреки многих стратиграфов, ибо о самом предмете стратиграфии существуют глубокие разногласия. Многие считают, что стратиграфия занимается периодизацией истории Земли и жизни на ней. Такое расширение предмета стратиграфии как раз и ведет к упомянутому столпотворению. Историческая геология, палеонтология и стратиграфия тесно связаны фактическим материалом и обобщениями. Они бы не могли существовать друг без друга. Все же одни и те же наблюдения имеют для них разное значение. Например, находка олдувайских австралопитековых при всем ее огромном интересе для палеонтологии имеет лишь косвенное значение для стратиграфии кайнозоя. С другой стороны, для детальной стратиграфии отложений разного возраста большое значение имеют конодонты – проблематические остатки, которые раньше предположительно считали челюстями каких-то червей (сейчас оказалось, что некоторые из них принадлежат рыбам). Палеонтологическое их значение пока ничтожно. Оледенение Гондваны в верхнем палеозое часто упоминается в геологической литературе и является чрезвычайно важным историко-геологическим событием. Но стратиграфическое значение следов этого оледенения сравнительно невелико, хотя в будущем, возможно, удастся связать многочисленные фазы этого оледенения с глобальными климатическими колебаниями и использовать для межконтинентальных стратиграфических корреляций.

Можно привести много подобных примеров, показывающих, что специфически стратиграфическим является лишь один, а именно временной аспект естественности. Каким бы важным ни было наблюдение с точки зрения любой дисциплины, свое значение для стратиграфии оно сохранит лишь в том случае, если может быть использовано для хронологического упорядочения геологических тел. Поэтому естественность стратиграфических шкал связана прямой пропорциональностью с хронологической ценностью тех признаков, по которым построены эти шкалы. Таким путем мы оставляем стратиграфии все то богатство методов, которым она всегда пользовалась и будет пользоваться впредь, но получаем некий фильтр для стратиграфической интерпретации данных, предоставляемых любыми методами, упорядочиваем факты в едином

хронологическом аспекте. Другого пути для вывода теории стратиграфии из существующих противоречий, по-видимому, нет.

ВРЕМЯ В ГЕОЛОГИИ

Здесь, конечно, надо пояснить, что имеется в виду под «единым хронологическим аспектом» и не возрождаем ли мы отвергнутое неклассической физикой представление об абсолютном, «ньютоновском» времени. Надо сказать, что в геологии до сих пор господствует «бытовое» представление о хронологии, сохранившееся еще со школьной скамьи, когда приходилось заучивать хронологическую таблицу. Современная релятивистская философия времени стала привлекать внимание теоретиков геологии лишь в последнее время. Освободиться от постулатов классической механики оказалось весьма непростым делом. Случается так, что в начале статьи автор делает реверанс в сторону релятивистского понимания времени, а затем все рассуждения ведет в рамках если не абсолютного «ньютоновского», то астрономического времени (в сутках и годах), в которое мы привыкли вкладывать человеческую историю и шкала которого практически недоступна стратиграфу.

Здесь не место углубляться в проблему времени вообще, да я и не взялся бы за подобную проблему. Для целей данной статьи, а в сущности и для теории стратиграфии, важно учитывать лишь одно: время не есть некая самостоятельная субстанция, чистое «дление» с собственными метрическими свойствами, некое текущее вместилище, в которое погружены происходящие в мире процессы. Несколько упрощенно можно сказать, что время – это сами процессы, сама последовательность событий. Сколько существует процессов, столько же существует времен. В геологии с этими временами, как таковыми, мы дела не имеем. Геологические процессы предстают перед нами лишь в виде их результатов. Иногда мы можем реконструировать процессы, сравнивая стадии, на которых они остановились, как в сказке о спящей царевне. Время предстает перед нами материализовавшимся в зернах минералов, в горных породах и их сочетаниях, в захоронениях организмов и их сообществ. По этим вещественным следам мы реконструируем процессы, вскрываем свойства соответствующего времени. Для геолога время – это пространство, а соотношение различных классов времени (физического, геологического, биологического) – это выявление пространственных отношений между следами, оставленными соответствующими классами процессов.

В хронологии человеческой истории мы проецируем исторические события на отчасти внешнюю по отношению к ним шкалу – астрономическую шкалу из суток, лет, веков и тысячелетий. Астрономическое время можно считывать и в геологической летописи – в ленточных глинах, в слоях прироста древесины, в стенках древних кораллов и др. Но свести эти следы в единую ненарушенную последовательность мы не в

состоянии. Можно домысливать эту внешнюю астрономическую шкалу для любого отрезка истории Земли, но нельзя эту шкалу использовать для временной упорядоченности геологических событий, геологических тел. Физическое время, отсчитываемое распадающимися радиоактивными элементами, нам более доступно. Но записи этого физического времени настолько подвержены вторичным повреждениям, что мы никогда не знаем, где и какие поправки надо вносить. Все радиометрические датировки подвергаются жесткому контролю собственно геологической (относительной) геохронологии.

Таким образом, мы практически лишены возможности надежно проецировать геологические и палеобиологические процессы (времена) на независимые физические процессы – астрономические, ядерные и др. Иными словами, не только в повседневной практике, но и в теории геолог, работающий над вопросами хронологии, должен преимущественно рассчитывать на собственные силы и средства, разрабатывать независимую теорию геологического времени. Для решения частных задач он может прибегать к имеющимся несовершенным и отчасти внешним шкалам физического времени и выражать длительность отрезков геохронологических шкал в условных годах. В остальном он вынужден опираться на собственно геологическую шкалу, составленную из следов самих геологических событий, которые упорядочиваются по временному отношению «раньше/позже».

ТРИ ПРИНЦИПА

В тривиальных случаях отношение «раньше/позже» выявляется через последовательность напластования в первичном ненарушенном залегании осадочных толщ – то, что лежит выше, отложилось позже. Это – один из частных случаев того приема хронологизации геологических тел, который называют «принципом Стенона». Более точная и полная формулировка этого принципа выглядит примерно так: «Временные отношения раньше/позже определяются путем установления первичных пространственных отношений и (или) генетических связей». Помимо генетических гипотез «принцип Стенона» существовать не может.

Благодаря «принципу Стенона» мы получаем возможность свести все разнообразие времен (геологических и биологических) к единому интегративному стратиграфическому времени, к единой геохронологической шкале. В основе упомянутого выше и касающегося только осадочных образований частного случая «принципа Стенона» лежит гравитационный процесс осаждения частиц, из которых складываются слои. В этих же слоях мы наблюдаем следы других процессов и как бы накладываем их на фоновое гравитационное время. «Принцип Стенона» позволяет спроецировать биологические времена на геологические (и наоборот), позволяет перейти от одних шкал к другим, составлять единую шкалу.

Отказ от «бытового» представления о времени, как о независимом от самих природных процессов вместилища для них, пожалуй, наиболее трудный шаг в понимании существа стратиграфических проблем. В литературе по теории стратиграфии много говорится о критериях изохронности стратиграфических границ, о сопоставлении во времени стратиграфических подразделений. Считается, и это мнение даже возводят в число «законов» стратиграфии, что все литостратиграфические и многие биостратиграфические подразделения имеют диахронные, т. е. скользящие по временной шкале границы. К сожалению, при этом не указывается, а многие исследователи, по-видимому, об этом и не задумываются, о какой временной шкале идет речь или, другими словами, какое время, какой природный процесс принимается за эталонный. Иногда из рассуждений можно понять, что имеется в виду физическое, точнее астрономическое время в годах, реконструируемое с помощью радиоактивных часов. Мы уже выяснили, что полные шкалы физического времени, неповрежденные вторичными процессами, нам практически недоступны. Показания физических часов мы сначала подвергаем геохронологическому контролю и лишь после того принимаем во внимание. Вводить эти показания в качестве критерия одновременности большей частью нельзя.

Если так, то одновременность, будь то стратиграфической границы или интервала между границами, т. е. стратиграфического подразделения, должна устанавливаться собственно стратиграфическими, хронологическими методами. При этом речь идет о хронологической одновременности, которая отличается от обычной хронометрической тем, что при ее установлении мы не пользуемся принимаемыми за равные (конгруэнтные) единицами измерения. Хронологическая шкала – последовательность событий, расположенных по отношениям «раньше/позже», и сопоставление разных шкал ведется через прослеживание одних и тех же событий от одной шкалы к другой. В будущем мы, возможно, найдем нужным ввести понятие собственно геохронометрической шкалы, где единицами измерения будут служить собственно геологические явления.

При сопоставлении стратиграфических шкал мы прослеживаем следы единичных событий. Ясно, что уровень стратиграфической одновременности не зависит от шкалы внешнего, физического времени, показания которой нам в общем случае недоступны. Стратиграфически (хронологически) изохронный уровень – это совокупность следов одного и того же события. Сопоставление хронологических шкал – это установление в них единого порядка событий («принцип Гексли»). Более 100 лет назад Т. Гексли² указал, что надо говорить не об «одновременности», а об «однородности» (гомотаксальности) сопоставляемых слоев.

Часто мы видим, что уровни, соответствующие в разрезе следам разных событий, пересекаются. Например, поверхность, соответствующая

² Речь идет об известном соратнике Ч. Дарвина Томасе Генри Гексли (Thomas Henry Huxley, 1825–1895) (Ред.)

щая смене морского режима на континентальный, пересекается уровнем смены палинологических комплексов. Тогда мы принимаем в качестве хронологически одновременной (изохронной) поверхность, отвечающую следам какого-то одного события. Приходится взвешивать разные следы (стратиграфические признаки), руководствуясь рядом принципов. Важнейший из них – реконструкция процессов, соответствующих разным классам следов, и мысленная проекция этих следов на шкалу физического времени по аналогии со сходными современными процессами. Мы опираемся на следы процессов, происходящих, как мы считаем, в наименьший интервал физического времени. Здесь неизбежны ошибки, ибо позже могут обнаружиться другие следы, более ценные для хронологизации.

Наблюдая пространственное совмещение следов, оставленных разными процессами, в целях общей хронологии мы можем подменять одни следы другими, с помощью одних, легче выявляемых, проследивать другие, коррелятивно с ними связанные. Возможность подмены одних следов другими на основе «принципа Стенона» и «принципа Гексли» позволяет ввести третий важный принцип – «хронологической взаимозаменяемости (эквивалентности) стратиграфических признаков». Благодаря этому принципу мы можем коррелировать разнофациальные и разнопровинциальные разрезы (рис. 2). «Принцип Стенона», «принцип Гексли» и «принцип хронологической взаимозаменяемости» составляют методологическую основу стратиграфии. Этим принципам можно подыскать онтологические эквиваленты, т. е. те законы природы (седиментации, статистической необратимости эволюции, термодинамики экосистем и т. д.), которые делают методологические принципы действенным инструментом познания, придают им эвристичность, оправдывают само их существование.

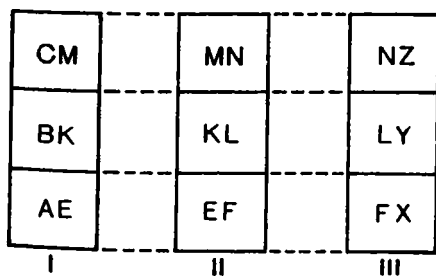


Рис. 2. Принципиальная схема хронологической взаимозаменяемости стратиграфических (например, палеонтологических) признаков. I, II, III – разрезы с различным набором признаков А, В, С и т. д. Признаки в пределах одного горизонтального ряда взаимозаменяемы

Говоря о возможности сводить воедино биостратиграфические, литостратиграфические, палеомагнитные и иные специальные шкалы, надо еще учитывать, что каждая из них в общем случае получает комплексное обоснование. Достаточно автономны лишь литостратиграфические шкалы, да и то только для отдельных регионов и частей разреза. Чтобы свести эти частные шкалы в непрерывную шкалу, приходится обращаться к другим методам, например, палеонтологическому. Специальные шкалы в ходе строительства обносятся лесами других методов. Действи-

тельно, собирая окаменелости, палеонтолог выделяет в разрезе литологические слои, устанавливает их последовательность, прослеживает их в пространстве. Тем самым под биостратиграфическую шкалу подводятся литологические леса.

Те же леса функционируют и после построения любой специальной шкалы, обеспечивая ее стабильность и проверяемость. Ведь в структуре лесов всегда может выявиться ошибка, и потребуются шкалу переделывать. Например, палеомагнитные шкалы обычно составляются по разрезам, коррелируемым с помощью палеонтологического метода. Ошибка в палеонтологических сопоставлениях автоматически вызовет ошибку в палеомагнитной шкале. Только на комплексной основе можно получить шкалы высокой стабильности.

МСШ И РСШ

В идеале единая стратиграфическая шкала комплексного обоснования и комплексной характеристики может быть построена для всей Земли. Некое несовершенное подобие ее мы уже имеем в виде упоминавшейся МСШ. В ней, к сожалению, довольно много дефектов. Одним из них является ее преимущественно палеонтологическое, а не комплексное обоснование. Многие подразделения МСШ выделены в неподходящих для этого районах и имеют скудную характеристику. Поэтому МСШ не удастся проследить во всех ее подразделениях по всей Земле. Для сопоставления геологических карт и других целей часто приходится прибегать к более независимым от МСШ региональным шкалам (РСШ).

Наиболее яркие в местном масштабе события совершенно не обязательно приходится на главные рубежи МСШ. Это и привело к мнению, что только РСШ – естественные шкалы. В таком утверждении смешиваются аспекты историко-геологической местной значимости и стратиграфической (геохронологической) естественности. Как мы уже видели на примерах с гондванским оледенением, австралопитеками и конодонтами, одно еще не следует из другого. Возьмем соотношение МСШ и двух произвольных РСШ (рис. 3, А). Если эти шкалы удалось сопоставить друг с другом, то мы, как правило, видим большее или меньшее изменение местного ранга одного и того же хронологического рубежа.

Многие исследователи подчеркивают, что именно несовпадение рубежей в МСШ и отдельных РСШ придает последним самостоятельность и непреходящий характер. В этом утверждении содержатся две ошибки. Во-первых, с хронологической точки зрения значимость изменений, происходящих на том или ином рубеже, может не иметь значения. В общем случае пространственная протяженность рубежа имеет большее хронологическое (стратиграфическое) значение, чем его резкость и отчетливость. Во-вторых, утверждение, что не ранги рубежей, а сами рубежи РСШ не совпадают с таковыми МСШ (рис. 3, В), принци-

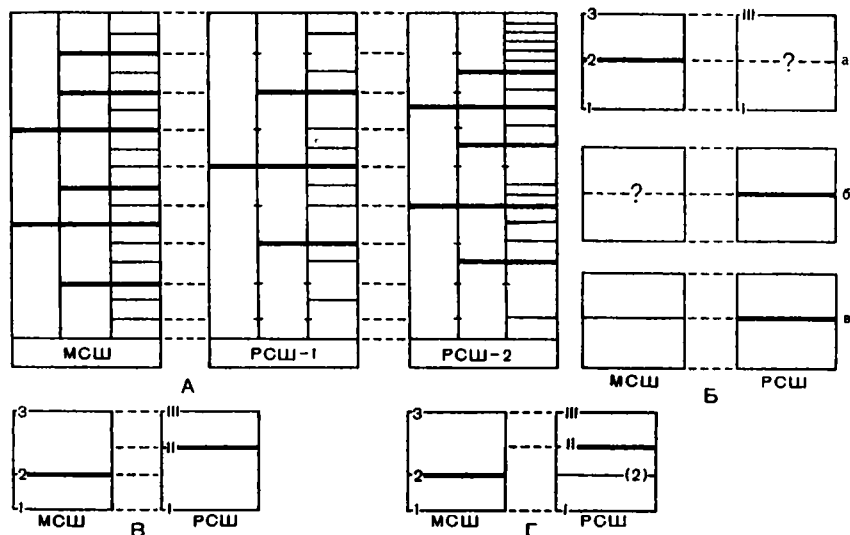


Рис. 3. Схема различных соотношений международной стратиграфической шкалы (МСШ) с региональными стратиграфическими шкалами (РСШ). А – несовпадение рангов стратиграфических рубежей в МСШ и двух разных РСШ; в РСШ-2 есть участки, расчлененные более дробно, чем соответствующие участки МСШ; в этих интервалах РСШ-2 может выступать в качестве стратоталона МСШ. Б – соотношение подразделений МСШ и РСШ: а – аналог границы 2 между единицами МСШ не обнаружен в РСШ; б – обратная ситуация (в этом случае РСШ может служить стратоталоном для более дробного расчленения соответствующего интервала МСШ); в – рубежи РСШ и МСШ совпадают, а ранги этих рубежей различны. В – невозможная ситуация: нельзя доказать, что граница 2 в МСШ не соответствует границе II в РСШ, если между I и II нет признаков, указывающих на положение границы 2. Г – ситуация, которую часто ошибочно отождествляют с предыдущей; между I и II располагается аналог границы 2, но он нечетко выражен. Толщина линий меняется в соответствии с рангом границ

пиально не может быть доказано. На практике возможны лишь ситуации, изображенные на рис. 3, Б (а, б).

Поскольку этот вывод противоречит широко распространенному в литературе мнению, аргументируем сказанное подробнее. Если границе, принадлежащей МСШ, нет аналога в РСШ, или наоборот, мы не можем утверждать, что рубежи не совпадают. Просто в одной шкале неизвестен аналог границы другой шкалы. Отсутствие сведений еще не является несовпадением. В ходе дальнейших исследований может быть этот аналог будет получен. Если участок РСШ членится детальнее, чем соответствующая часть МСШ, то его можно ввести в МСШ. Итак, сопоставляя МСШ и

РСШ (см. рис. 3, А), мы можем только видеть совпадение рубежей и их рангов, совпадение рубежей (но не их рангов) и, наконец, большую детальность расчленения в отдельных отрезках одной из шкал.

С хронологической точки зрения, РСШ утрачивает смысл после сопоставления с МСШ или после своего включения в шкалу более крупного региона. Но с точки зрения практического использования шкал, спешить с их слиянием или упразднением нельзя. Всякие стратиграфические корреляции не являются окончательными. Границы, считающиеся синхронными сегодня, могут оказаться совершенно асинхронными завтра. Введение новых методов исследования часто приводит к пересмотру прежних сопоставлений. Значит, местные шкалы будут все время перестраиваться, это ведет к перечерчиванию карт и т.д. Единицы РСШ, основанные на корреляции близко расположенных разрезов, более стабильны, чем их корреляция с МСШ, и именно это, а не их большая историко-геологическая естественность, заставляет удерживать РСШ на неопределенный срок.

Суммируем сказанное. МСШ не является (точнее не должна быть) условным искусственным построением, она должна быть стратиграфически, т.е. хронологически естественной. Это значит, что она должна основываться на материальных следах биотических и абиотических событий по возможности широкой пространственной протяженности. То, что в конкретных регионах эти следы часто будут плохо заметными и будут иметь второстепенное значение в местных масштабах, нас может не волновать. РСШ также является естественным построением, но ее естественность больше историко-геологическая, чем собственно стратиграфическая (хронологическая). Таким образом, как и следовало ожидать, произошла некоторая подмена понятий в споре о природе МСШ и РСШ. Те и другие естественны, но сама естественность различна.

Мнение, что МСШ по существу биологическое, точнее, палеонтологическое построение, приходится отвергнуть. Роль палеонтологического метода при выделении и прослеживании единиц МСШ исключительно велика. Но без субстратной «осадочной» основы палеонтологический метод – ничто. Эти литологические леса на здании МСШ не являются чем-то временными. Они превращаются в несущий каркас, без него здание МСШ может функционировать, но становится непроверяемым и не поддается совершенствованию. Именно поэтому у подразделений МСШ должны быть вещественные носители ключевых стратиграфических признаков. Такими носителями являются стратотипы и стратоталоны.

* * *

Мы рассмотрели, по необходимости сжато и неполно, лишь немногие дискуссионные вопросы теории стратиграфии. Хочется надеяться, что в этой статье удалось показать необходимость философского переосмысления некоторых устоявшихся теоретических взглядов.

ВРЕМЯ БЕЗ ЧАСОВ, ИЛИ ПОХВАЛЬНОЕ СЛОВО СОЗДАТЕЛЯМ ГЕОХРОНОЛОГИИ¹

Есть немало слов, которые то и дело на языке, но смысл которых, если над ним как следует задуматься, дается с особенным трудом, а когда и доходят до него люди, то единого понимания не получается. Таково слово «время». Недаром время попало в число философских категорий, предельно общих понятий, уже не поддающихся формальным определениям. То, что пишут про категории в толковых словарях, энциклопедиях, – не определения, а некоторые общие пояснения, благодаря которым человек может понять, о чем идет речь. Вообще же смысл категорий раскрывается не определениями, а путем постепенного введения читателя во всю их систему с примерами, обращением к истории философской мысли. Тем не менее, каждая категория – материя, пространство, время, существование, причина, движение и т.д. – источник нескончаемых обсуждений.

Было бы просто невежеством обещать, что читатель дойдет до конца статьи и поймет, что же такое одна из самых трудных категорий – время. Я не помышляю об этом. Я не собираюсь и перебирать современные представления о времени, в которых трудно не запутаться. Моя задача в некотором отношении проще – сделать со временем, нашим представлением о нем, внешне несложный мысленный эксперимент, а затем посмотреть на его следствия. Я хочу мысленно изъять из мира часы и все, что может их напомнить и заменить, а потом посмотреть, что из этого получится. Эта операция, если и не прояснит до конца, что же такое время, то по крайней мере прояснит кое-что, относящееся ко времени. Однако об этом «кое-что» потом. Сейчас надо объяснить, почему вдруг потребовалось лишать мир всяческих часов. Мысль эта – не праздная. Мы привыкли думать о времени, оперировать с ним, непрерывно обращаясь к различным часам. Их роль играют не только те механизмы, которые мы носим на руках и вешаем на стены, но и многое другое – разные природные ритмы, смена дня и ночи, времен года. Обыденные часы в свое время лишь заменили эти, природные. Роль тех и других для нашей ориентировки во времени в общем-то сходна.

Мы привыкли к природным и искусственным часам и, сами того не замечая, отдали мысленно им само время, его воплощение. Мы мыслим время как нечто внешнее, постороннее, на фоне чего живем сами и существует окружающий мир.

Я бы не возражал против подобного представления о времени, если

¹ «Знание–сила». 1986. №12. С. 33–34.

бы не исследования теоретических оснований стратиграфии, которыми я занялся лет пятнадцать назад. Стратиграфия изучает пространственно-временные отношения геологических тел, датирует все геологические события. Говоря, что динозавры жили в мезозое и вымерли в конце мелового периода, мы пользуемся языком времени, который дан нам стратиграфией. За двести без малого лет своего существования она составила детальнейшие геохронологические шкалы. Наиболее полно документированная и изученная часть геологической истории – фанерозой, состоящий из палеозоя, мезозоя и кайнозоя, – сейчас расчленена на несколько сотен подразделений. Теперь мы знаем, что весь фанерозой продолжался примерно 570 миллионов лет, а самые мелкие из его стандартных подразделений соответствуют двум-трем сотням тысяч лет. Об этом говорят радиометрические измерения возраста пород.

Геологи привыкли к этим срокам, но вот что примечательно. Каждый геолог знает перечень периодов и какие-то более дробные стратиграфические подразделения, но попросите его назвать даты начала и конца каждого периода в миллионах лет – он начнет путаться. Мало кто помнит эти даты назубок, так же хорошо, как знает хронологию человеческой истории профессиональный историк. И это – не плохое знание геологической истории. Просто все эти даты в миллионах лет действительно нужны лишь в особых исследованиях, а в большинстве случаев вполне достаточно опираться на геохронологические подразделения – периоды, эпохи, века и так далее. Именно поэтому мы обычно говорим, что динозавры исчезли на границе мела и палеогена, а не 75 миллионов лет назад. Самое любопытное здесь, однако, то, что первое выражение точнее. Обычно принято указывать ту точность, с которой определен возраст. Для границы мела и палеогена это плюс-минус пять миллионов лет. Та же ошибка измерений для начала палеозоя уже составляет десять – пятнадцать миллионов лет. Если учесть, что средняя длительность подразделений фанерозоя, которые умеют выделять стратиграфы, не обращаясь к радиометрическим датировкам, расходится на один-два миллиона лет, то станет очевидно: надежнее пользоваться эпохами и веками, чем возрастом пород в миллионах лет.

Впрочем, у радиометрических датировок есть свои дефекты, и они не только в их неточности, но и в более глубокой неопределенности. Во-первых, все зависит от того, какие характеристики распада радиоактивных элементов считаются истинными. В разных лабораториях они не всегда совпадают и с годами несколько меняются. Во-вторых, пока горная порода лежит в земле, в ней могут происходить нежелательные для радиометрических измерений перемены. Какие-то вещества выносятся или привносятся извне. Многие датировки плохо привязаны к основной геохронологической шкале. Поэтому до сих пор остаются весьма неопределенными по возрасту в годах рубежи некоторых периодов.

И это еще не самое важное для нас сейчас. Все эти цифры пока настоящему стали входить в научный аппарат геологии примерно сорок

лет назад, а раньше они были настолько ненадежны, что в геологической практике ими вообще не пользовались. Радиометрический метод датировки пород появился перед первой мировой войной, но еще долго с ним не считались, приравнивая его ко всяким другим методам оценки возраста пород (например, по скорости накопления разных осадков и другим). Еще в начале 30-х годов в одном из авторитетных стратиграфических руководств было сказано, что по разным методам подсчета возраст земной коры получается от 40 миллионов до 7 миллиардов лет. Такой разброс цифр, конечно, обесценивает их. Получается, что всего полвека назад геологи еще толком не представляли себе, где они имеют дело с миллионами лет, а где – с сотнями миллионов, а может быть, и с миллиардами.

Такое обращение со временем мне напоминает моего внука, когда ему было четыре-пять лет. Он хорошо понимал, что такое «после обеда», «перед ужином», вчера и завтра, но выражения типа «через две недели» или «через три месяца» для него просто не имели смысла.

Но связана ли как-то выработка детальной шкалы фанерозоя с появлением и совершенствованием датировок в годах? Здесь уже можно уверенно сказать: никак не связана. Шкала периодов и их основных подразделений сформировалась немногим более ста лет назад, когда никто не имел никакого понятия о длительности и всей шкалы, и ее компонентов.

Вот и тот главный парадокс, который привел меня к размышлениям о времени. Геологи фактически не имели никаких внешних часов, которые позволяли им упорядочить напластования пород по их возрасту, составить в общую стратиграфическую колонку, построить геохронологическую шкалу из множества подразделений. Тем не менее, все это было сделано, а появившиеся затем радиометрические датировки были лишь нанизаны на имевшуюся канву и при этом подтвердили: та последовательность пород, которую стратиграфия считала хронологической, действительно такова. Иными словами, сначала была написана геологическая история, а уж затем на нее навесили даты.

Ясно, что геологи издавна имели дело со временем, как-то манипулировали с ним. Но можно ли считать, что у них были хоть какие-то часы, если никто не знал длительности периодов и их частей, даже понятия не имел об этом? Для меня совершенно очевиден ответ: время они улавливали, но это было время без часов.

Сразу оговорю два обстоятельства.

Кто-то может сказать, что геологам помогла палеонтология, эволюция органического мира. Она играла роль часов. Палеонтология действительно здорово помогла, так как остатки организмов всегда служили прекрасными маркерами в монотонном чередовании пород. Но роли часов эволюция не играла по двум причинам. Во-первых, сама идея эволюции опиралась на стратиграфическую последовательность организмов. Устанавливаемая стратиграфическими методами возрастная последовательность исторически и логически предшествует любым

эволюционным соображениям. Так что еще неизвестно, кто от кого больше получил: стратиграфия от палеонтологии или наоборот.

Второе обстоятельство серьезнее. Иногда, устанавливая разновозрастность слоев, геологи все же могли косвенно использовать часы. Если в геологическом разрезе удастся проследить тонкую прослойку вулканического пепла, то на нее можно опереться как на указатель синхронизации. Произошло извержение, пепел быстро рассеялся и осел всюду разом. Это мы знаем по механизму действия современных вулканов, разнос пепла которых изучался уже с часами в руках. Так, обращаясь к современным аналогам процессов прошлого, мы можем косвенно вводить часы для отдельных геологических ситуаций. Но в промежутках между ними снова оказываемся без часов.

Итак, то время, которое фигурировало в построениях геологов, было каким-то странным, да и сейчас оно своей странности не утратило. Есть некий временной порядок: это было раньше, а это – позже, эти два события примерно одновременны (для них не удастся выявить, что раньше, а что позже), но нет ни дней, ни лет, никаких сколько-нибудь определенных единиц длительности. Конечно, сутки и годы были, Земля вращалась, ходила вокруг Солнца, и на коротеньких несвязанных отрезочках летописи мы даже видим следы этого – в суточном росте кораллов, в годичных кольцах окаменевших стволов. Астрономические часы исправно шли, но запись хода оставили раздробленную на кусочки, разбросанную без порядка, уже не восстанавливаемую.

Значит, бывает такое в науке, когда о времени говорить можно, а часов найти нельзя. А это, в свою очередь, значит, что нельзя создавать лишь одно представление о времени, ссылаясь на какие-либо часы – природные или искусственные, любой конструкции, но такие, которые имеют циферблат с делениями (пусть мысленными), нанесенными с постоянным интервалом. Очевидно, что такое представление о времени – лишь частный случай времени без часов.

Попробуем вообразить подобное время для нас самих, тогда, может быть, нам станет яснее и само понятие времени. Главное, что требуется, это убрать часы и все, что их хоть как-то может заменить, – смену дня и ночи, времен года, ритм окружающей жизни, капающую из крана воду...

Такое можно представить: совершенно темный закоулок в пещере, куда не проникает ни свет, ни звук. Сидит там наблюдатель, исследователь времени, ни один сигнал не приходит к нему снаружи и часов у него нет никаких. Что же тогда будет для него временем, которое надо изучать, а лучше сказать – в чем будет проявляться сам феномен времени? Очевидно, только в том, что будет происходить в самом наблюдателе. Вот захотелось пить, вот зачесалось за ухом, затекли ноги, стал колючим подбородок и т.д. Все эти мелкие происшествия наблюдатель легко нанижет на некую мысленную нить, пользуясь своей природной способностью упорядочить события: раньше – позже. Впрочем, в качестве такой нити он может взять биение собственного сердца. И появится

свое внутреннее, осознанное время, где порядок событий будет определяться не чем-то внешним, а только внутренним.

Не будем приводить дальнейшие рассуждения и сразу сделаем первый вывод: в данном случае время – это изменчивость индивида, имеющая некоторую структуру, порядок в которой задан собственными свойствами этого индивида, не навязан извне. Вывод второй: какие-то события могут служить часами для других (считая удары сердца, можно заметить, с какой периодичностью происходит в теле все остальное).

Теперь усложним эксперимент. Зажжем в пещере свет, а в блюдечке с землей будут прорастать зерна овса. Вот они набухли, выпустили корешки, стрелки проклюнулись и тянутся вверх.

Как раньше наблюдатель связывал со временем все происходящее с ним самим (свою изменчивость), так теперь он может связать со временем все происходящее с овсом. Он может мысленно проецировать «время овса» на свое собственное. И, конечно, он заметит отличия: изменчивость каждого зернышка примерно такая же, как у его соседа по блюдечку, но иная, чем у наблюдателя. Это и понятно, человек и овес – разные систематические группы. Мы подошли к третьему выводу: время биологического индивида зависит от того, к какой систематической группе он принадлежит.

Вот это, пожалуй, самое важное. Мы привыкли говорить о времени вообще, оно одно и для меня, и для цветов на окне. Однако скорее у нас сходные часы (скажем, смена суток и сезонов, то есть астрономические часы), а времена разные, ибо я меняюсь по одним закономерностям, во мне одни ритмы, а у цветов все свое. Сходство какое-то в наших ритмах есть, но уж больно общее, только из-за того, что и они, и я – организмы. Если у меня время – человеческое, у них растительное (например, «цикламенное»), то наше общее время – вообще биологическое.

Но нам ничто не мешает отвлечься от различий индивидов и ввести общее абстрактное понятие – индивид вообще. Тогда и все те многочисленные изменения, которые происходят с ними, составляя их разнородные времена, вырождаются во «время вообще», тот безличный, бессодержательный символ «t», которым широко пользуются в физике, по крайней мере в той классической механике, которую я слушал в университете.

Временные свойства природных объектов, а лучше сказать – свойства их времени, тоже разные. Одни свойства меняются, и изменения эти фиксируются, как слои прироста фиксируют стадии роста древесного ствола. Эти свойства – *темпофиксаторы* (фиксаторы времени), а само явление — *темпофиксация*. Другие свойства тоже сохраняются, но уже отдельно от индивида. Так сохраняются шкурки насекомых и змей при последовательных линьках. Это – *темпосепарация*, отделение собственного времени. Другие свойства, изменяясь, не оставляют следов (как след лодки на воде). Это – рассеяние, растворение временных свойств, или *темподесиненция*.

Все три процесса всегда протекают совместно, но в одних случаях

верх берет одно, а в других случаях – другое, пока все не будет поглощено неотвратимой темподесиненцией, за ней последнее слово.

Теперь мы можем вернуться к геологии, к геохронологической шкале. Геологи действительно имели дело со временем, которое реконструируется по результатам темпофиксации. Грубо говоря, по структуре и соотношению слоев реконструируются те свойства времени, которые захвачены темпофиксацией. Реконструируется не нечто во времени, а само время, уже застывшее, как застыла музыка на морозе в рассказе Мюнхгаузена. И вполне можно обойтись без часов, если по рисунку, остановленному темпофиксацией, видно, что было сначала и что потом во времени того места, где накапливались осадки, или во времени всей Земли, то есть в геологическом времени. Здесь сложности реконструкции иногда очень велики (тогда над ними бьются поколения геологов), а иногда – ничтожны, ничуть не больше, чем реконструкция произошедшего, когда вы видите след протектора, а на нем – навозную кучу. Ясно, что сначала проехала машина, а потом прошла корова. Чтобы установить эту последовательность, нужно лишь немного подумать.

Я восхищаюсь геологическим, в особенности стратиграфическим гением. В невообразимо сложном переплетении горных пород, в бесчисленных и разнообразных наслоениях, разобраться во временной последовательности их, создать подробнейшую шкалу, и все это – не имея даже подобия внешних часов и уж, конечно, не располагая теорией времени без часов, вообще почти не располагая сформулированной теорией (она создавалась в стратиграфии лишь в нашем веке). Правда, в сделанном частенько обнаруживаются ошибки, но все это – как мелкие огрехи строителей замечательного здания.

ЗАЧЕМ НУЖНА ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ¹

Науковеды давно говорят о том, что экстенсивное развитие науки, выражающееся в постоянном росте ассигнований и числа научных работников, не может быть вечным. Всему есть разумные пределы, которые мы уже начинаем ощущать. Поэтому в будущем мы должны ориентироваться на интенсификацию исследований. Она может проявляться в их более совершенной организации, применении новой исследовательской техники, обработке данных с помощью ЭВМ и т.д. Эти пути интенсификации исследований достаточно широко обсуждаются, и их целесообразность нет смысла оспаривать, хотя здесь предстоит преодолеть серьезные психологические барьеры, фокусировка исследований всегда сопряжена со сменой их тематики для многих участников, а к новым хитроумным приборам и ЭВМ без специальной подготовки страшно подходить, вот и появляется желание оправдать работу по старинке.

Но как ни важна интенсификация исследований, она не затрагивает существа самой геологии как науки. Любые организационно-технические мероприятия осмыслены лишь в рамках общей стратегии, а стратегия исследования в конечном счете зависит от теоретического знания. Теоретическое знание должно опережать конкретные исследования, но для этого оно должно быть развитым. Кроме того, если речь идет о такой многокомпонентной науке, как геология, это знание должно быть достаточно единым, консолидированным. Обладает ли геология таким знанием, существует ли теоретическая геология как некоторая консолидированная концепция, способная направлять весь комплекс геологических исследований? Я убежден, что этого нет. Лучшее тому доказательство – повседневная жизнь исследовательских учреждений, их сотрудников. Темы исследований, публикаций, конференций, докладов, диссертаций все больше сужаются. Соответственно сужается и тот теоретический контекст, в котором проходит исследования, а от этого сама работа порою превращается в самоцель. Мы начинаем забывать, ради чего ставились исследования, и становимся рабами их локальной логики. Я мог бы показать это на примере наиболее близкой мне стратиграфии, где к некоторым вопросам подходят так, как будто их решение – самоцель (наверное, по этой причине лишь единичные границы в международной геохронологической шкале приняты как стандартные). Между тем все яснее ощущается тесная связь проблем, обсуждаемых в разных дисциплинах. От точных стратиграфических корреляций зависят

¹ Опубликовано в журнале «Природа», №1 за 1984 г. под названием «Нужна теоретическая геология как некоторая консолидированная концепция». В основу статьи положено выступление на совещании «Будущее геологической науки», состоявшемся в Геологическом институте АН СССР (ныне – РАН) в апреле 1984 г. (Ред.)

тектонические реконструкции, которые, в свою очередь, детерминируют палеоклиматические модели, а эти, как теперь выясняется, могут служить теоретической предпосылкой стратиграфических исследований. Складываются круги проблем, которые взаимно освещают друг друга. Именно эта связанность проблем и требует консолидированного теоретического знания. Как следствие возникают пограничные исследования, но, как давно заметил наш философ Н.Ф. Овчинников, новые направления на стыке дисциплин (как геофизика на стыке физики и геологии) лишь множат число дисциплин. «Стыковые» дисциплины отстаивают право на самостоятельность, в том числе концептуальную и научно-организационную, работают над темами, интересными прежде всего для них самих.

Предпринимаются попытки преодолеть дифференцированность знания путем разработки комплексных программ, таких, как программа «Литосфера», и многие другие. Значение таких программ очевидно, но их эффективность могла бы быть куда более значительной, если бы они подкреплялись синтезом дисциплин на глубинных теоретических уровнях. Сейчас этот синтез подменяется заимствованием готовых нужных сведений из смежных дисциплин. Так, стратиграф может поинтересоваться у палеоклиматолога, как похолодание в высоких широтах скажется на климате экваториального пояса, и использовать полученные сведения для корреляции разрезов. Палеоклиматолог может посоветоваться со стратиграфом по поводу сопоставления климатических эпизодов на разных материках и включить эти сведения в свою реконструкцию. Но от этого «информационного рынка», даже если он преобразуется в «информационную систему», еще далеко до подлинного синтеза знания. Синтез будет осуществляться лишь при видоизменении и интеграции используемых понятий, когда, если продолжать тот же пример, стратиграф увидит в стратиграфических границах палеоклиматические смены (хотя и не только их), научится мыслить в палеоклиматических понятиях, будет приспосабливать к ним свои понятия. Аналогичные изменения понятий потребуются и палеоклиматологу, которому придется осмысливать, скажем, что такое одновременность в стратиграфии. То же можно сказать и об интеграции других геологических дисциплин. Их взаимодействие, пройдя стадию «информационной системы», должно перерасти в единую концептуальную (понятийную, теоретическую, методологическую) систему.

Я далеко не уверен, что так все и произойдет. Сказанное – не прогноз, а, скорее, пожелание, может быть, даже некий идеал. Идеалы вообще-то недостижимы «по определению», они служат ориентиром, а не пунктом назначения. Я не уверен и в том, что этот идеал будет принят, слишком уж он далек от нынешних повседневных забот. Однако смена представлений о том, что каждому из нас следует делать, должна рано или поздно спуститься из сферы науковедения в нашу повседневную научную жизнь. Рано или поздно в геологии (и вообще науке) произой-

дет нечто похожее с тем, что произошло с экологией. Могли ли экологи-теоретики представить еще 30—40 лет назад, что в наше время экологическая неграмотность станет одним из важных критериев экономической, а порой и политической некомпетентности?

Общий же смысл того идеала, который я имею в виду, был так сформулирован в одной из статей, написанных мной совместно с Б.С. Соколовым: «Пока не создана общая теория Земли, мы останемся пассивными или неразумно активными компонентами ноосферы – сферы разума и не перейдем к тому, что можно назвать ноократией – властью разума, которая только и сможет с минимальным риском и максимальной пользой для человечества разрешать наиболее сложные коллизии общества и природы».

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ

РАЗМЫШЛЕНИЯ
ОБ ЭВОЛЮЦИИ
И ПУТЯХ ПОЗНАНИЯ ЖИВОГО



На шмуцтитуле: Юпитер, выпускающий живые существа из яйца.
Рисунок на фронтисписе книги У.Гарвея “О зарождении животных” (*De Generatione Animalium*, 1651 г.).

СОВРЕМЕННАЯ ПАЛЕОБОТАНИКА И ЭВОЛЮЦИОННАЯ ТЕОРИЯ¹

Ископаемые растения внимательно изучаются более полутора веков. Во множестве статей и монографий уже описаны тысячи видов и сотни родов. Прослежена история многих групп современных растений, открыты некогда процветавшие, а затем нацело вымершие группы, реконструирован облик растительности, когда-то покрывавшей Землю. И, конечно, всегда было заманчиво увидеть за пестрым калейдоскопом окаменевших листьев, шишек, стеблей, семян не просто ископаемые остатки, а понять какие-то общие закономерности эволюции живого тела растения, эволюции жизни вообще.

Десятки, а то и сотни миллионов лет пролежал остаток растения, погребенный в толще земной коры. Что же остается от него за это время? Туманный контур или черная сморщенная мумия? Так думают во всяком случае многие биологи, с которыми приходится говорить о палеоботанике, и отчасти они правы. Часто в палеоботанические лаборатории попадают именно такие жалкие остатки растений. Часто, но далеко не всегда. Во многих районах земного шара горные породы буквально переполнены прекрасными по сохранности отпечатками и окаменелостями ископаемых растений. Не совсем ясно, как это получается, но в осадочных породах могут законсервироваться настолько тонкие анатомические структуры, что разобраться в них можно лишь с помощью электронного микроскопа.

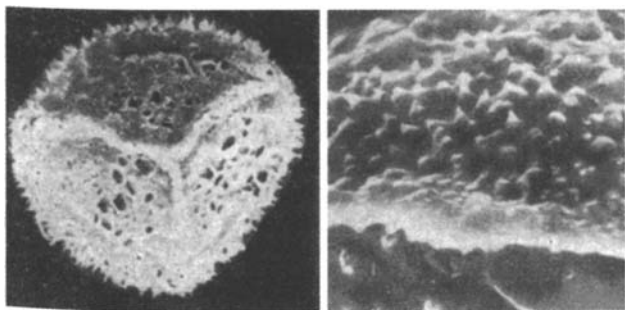


Рис. 1. Сканирующий электронный микроскоп позволяет рассмотреть тончайшие скульптурные украшения на ископаемых спорах, насчитывающих 300 миллионов лет (по Т.Н.Тэйлору). Справа – увеличено в 9000 раз; слева – увеличено в 2200 раз

Палеоботанические данные и обобщения неоднократно использовались для теории эволюции, но большей частью в основу ложился ограниченный и не вполне представительный материал, собранный главным образом в Западной Европе и Северной Америке и изу-

¹ «Природа». 1971. № 2. С. 48–57. (Ред.)

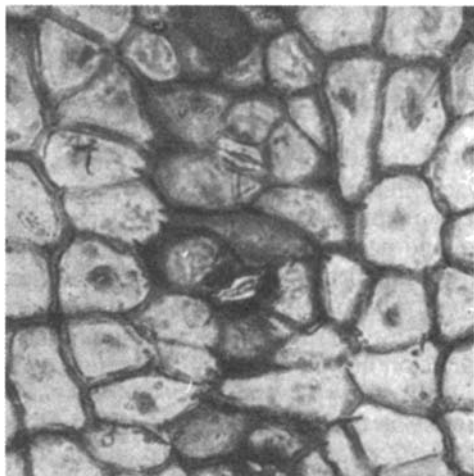


Рис. 2. Листва и другие органы большинства наземных высших растений покрыты тонкой защитной пленкой – кутикулой. Ее можно химическими методами отделить от ископаемого листа и наблюдать отпечатавшиеся на ней покровные клетки и устьица. Эти данные очень важны для систематики

чавшийся в прошлом веке и первой половине нашего века. В последние 10–15 лет получили известность интересные факты об ископаемых растениях других стран света. Много нового дало и переизучение прежнего материала более совершенными методами. Но до теоретического осмысления вновь накопленных сведений дело доходит довольно редко, а в наши дни даже реже, чем в 50-х годах.

Увлечение филогенетическими построениями в палеоботанике началось лишь в XX веке после открытия таких вымерших групп растений, как псилофиты, «семенные папоротники» (птеридоспермы) и беннеттиты². Эти открытия, казалось, позволили связать все группы высших растений в единое древо. От примитивных псилофитов через серию якобы

промежуточных форм выводились три крупные ветви: папоротники, членистостебельные и плауновидные. От папоротников через птеридоспермы филогенетические линии потянулись к различным голосеменным. Между голосеменными и покрытосеменными поместились беннеттиты. Хвойные, как будто, удалось вывести из кордаитов. С небольшими вариациями такую схему эволюции высших растений можно найти даже в недавно вышедших руководствах.

Эти построения быстро проникли и в эволюционную морфологию. Путем модернизации идей немецкого палеоботаника Г. Потонье была

² *Псилофиты* – древнейшие наземные растения, имевшие безлистные побеги простого анатомического строения. *Птеридоспермы* имели папоротникообразные листья, но, в отличие от папоротников, размножались семенами. *Беннеттиты* – голосеменные растения, внешне сходные с саговниками, но имевшие подобие цветков. Далее в статье упоминаются и другие группы вымерших растений; *кордаиты* – древовидные голосеменные с крупными ланцетными листьями; *прогимносperms* – своеобразные растения с древесиной, как у кордаитов или хвойных, и споронешениями, как у примитивных разнотелых папоротников; *прапапоротники* – наиболее примитивная группа папоротников; *гlossosporites* – группа птеридоспермов, листья которых чаще всего имели сетчатое жилкование.



Рис. 3. Лист «семенного папоротника» (птеридосперма) из верхнепермских отложений Печорского бассейна

создана «теломная» теория В. Циммермана³, в основе которой лежит идея о последовательном преобразовании в ходе эволюции примитивных плодущих и стерильных осей («теломов») во все морфологическое разнообразие органов высших растений. Были выделены элементарные процессы такого преобразования. В соответствии с теломной теорией строились и более мелкие филогенетические ветви, определялась мера «примитивности» и «продвинутости» морфологических (и анатомических) признаков.

Таким образом, казались ясными и общая схема филогении, и основные закономерности эволюции высших растений. Оставалось лишь детализировать картину. Теоретические воззрения общей биологии по-

³ W. Zimmermann. Die Phylogenie der Pflanzen. Stuttgart, 1959.

следних лет и дух скепсиса почти не коснулись палеоботаники. И, наоборот, факты из древней истории растительного мира редко встретишь в работах по теоретической биологии.

СЮРПРИЗЫ ПОСЛЕДНИХ ЛЕТ

Нельзя сказать, что новейшие открытия побудили палеоботаников отказаться от традиционных взглядов. Просто этим взглядам придавали все меньше и меньше значения. Ставилось под сомнение то одно, то другое звено в цепи прежних рассуждений, все отчетливее осознавалась неполнота наших знаний о фактической истории растительного мира, несовершенство прежних наблюдений, ненадежность прежних выводов. Это общее настроение хорошо выразил Г.Н. Эндрюс в предисловии к своему курсу палеоботаники: «Возможно наибольший вклад, который сделала палеоботаника, состоит не в заполнении пробелов в наших познаниях, а в показе нам того, как много пробелов существует»⁴.

При всей справедливости этих слов едва ли верно отказываться нацело от привлечения палеоботаники к решению некоторых общих вопросов биологии. Вспомним, что не менее отрывочные факты, добытые палеозоологами, были с успехом использованы в теории эволюции.

Здесь можно ожидать некоторые, ставшие уже стереотипными возражения, что, дескать, палеонтология не раскрывает нам механизмов эволюции, что неполнота геологической летописи слишком велика и что сохранность органических остатков слишком далека от совершенства. Обоснованы ли эти возражения? Ответом на это отчасти является настоящая статья. Приведем небольшую аналогию.

Анализируя основные законы развития человеческого общества, приходится опираться в равной мере на археологические находки и архивные документы, с одной стороны, и на социологические исследования – с другой. История, археология и социология не исключают, а дополняют друг друга. Если история с археологией вскрывают длительно развивавшиеся и неуловимые иными способами тенденции, показывают итог воздействия различных социальных механизмов, то социология помогает понять сами эти механизмы, вводит в анализ меру и число.

Точно также анализ популяций, ультрамикроскопическая цитология, генетика и другие господствующие в современной биологии направления никогда бы не смогли самостоятельно вскрыть основные магистрали развития жизни, дать доказательства самого факта эволюции, обосновать многие ключевые понятия биологии, ввести в нее координату времени. Это под силу только палеонтологии.

Все это, конечно, полезные рассуждения, скажет читатель, и указания на прошлые заслуги, но ведь времена меняются, и, может быть, со-

⁴ *H.N.Andrews. Studies in Palaeobotany. N.Y.: London, 1961.*

временная биология больше не нуждается в палеоботанике? Ответить на эти вопросы можно только конкретными фактами. К ним мы и обратимся.

К числу наиболее распространенных растений верхнего палеозоя юж-

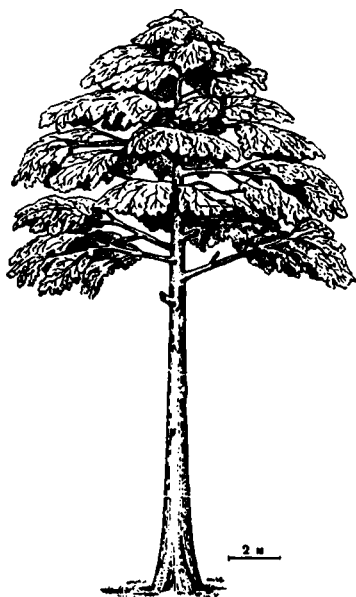


Рис. 4. Таким представляет себе Ч.Б. Бек внешний облик архетериса, девонского растения, у которого древесина была почти как у современных хвойных, а органы размножения — как у примитивных папоротников

ных (гондванских) материков и Северной Евразии (Ангарида) относятся *филлотекы*, внешне похожие на современные хвощи. Их листья срастались нижними частями в воронку или цилиндр. То, что южные и северные филлотекы принадлежат к одному роду, не подвергалось сомнению в течение почти ста лет. В 1955 г. австралийскому палеоботанику Д. Таунроу удалось изучить спороношения южных филлотек. В пазухе каждой листовой мутовки он увидел один ряд дважды ветвящихся ножек, конечные веточки которых завершаются щитком с четырьмя свободными спорангиями. Спороношения северных филлотек изучались автором этой статьи. Они оказались иными: многорядными, причем ножки не ветвятся и заканчиваются щитком с многочисленными (до 11) сросшимися спорангиями. Стало очевидным, что разительное сходство неспороносных побегов долгое время сбивало с толку палеоботаников. Оказывается южные и северные филлотекы придется развести в разные семейства.

А вот обратный пример. В средне-верхнедевонских отложениях час-

то встречаются роды *Archaeopteris*, *Svalbardia*, *Ginkgophyton*, *Protopteridium* и *Callixylon*. Род *Archaeopteris* до 50-х годов нашего века считали прапапоротником. В его спорангиях нашли микро- и мегаспоры, типичные для прапапоротников. К этой же группе относили *Svalbardia* и *Protopterium*, примитивные на вид растения — одни голые ветвящиеся оси с пучками спорангиев. О роде *Ginkgophyton* строили догадки. Название ему дали из-за сходства с гинкго, но к голосеменным относить почти никогда не решались. С родом *Callixylon* дело казалось ясным. Это изолированные стволы (иногда до 1,5 м в диаметре) с микроструктурой, типичной для голосеменных (например, кордаитов или некоторых хвойных). Необычайное сходство микроструктуры подтвердил даже электронный микроскоп.

Поэтому можно понять ощущение палеоботаников, узнавших из

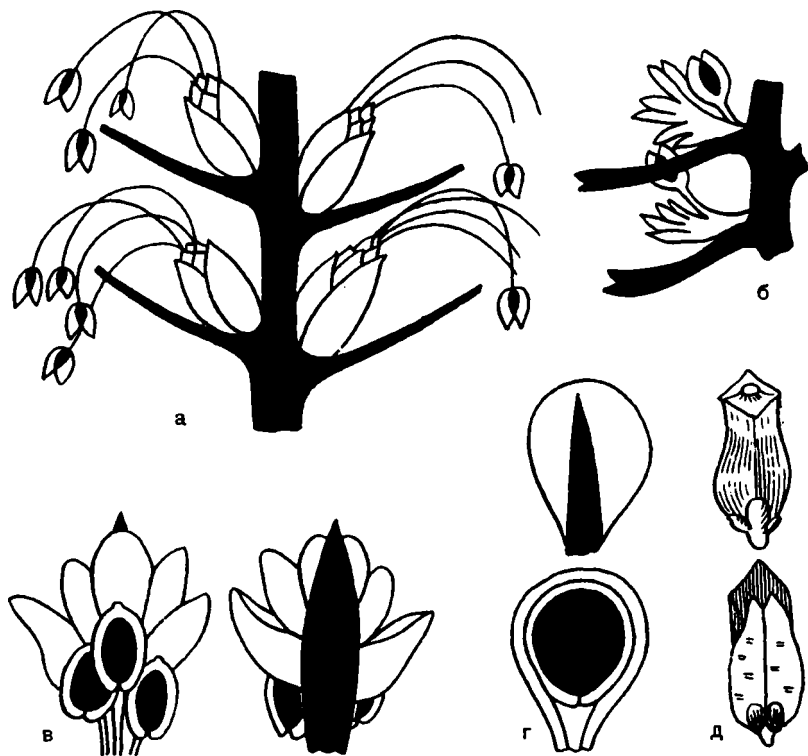


Рис. 5. Преобразование женской шишки кордаитов в семенную чешую современных хвойных, по представлениям Р. Флорина: а – кордаит; б – нижнепермское хвойное *Lebachia*; в, г – верхнепермские хвойные *Pseudowolzia* и *Ullmannia*; д – современная сосна

обстоятельных работ американца Ч.Б. Бека⁵ и некоторых его коллег сначала о том, что под названием *Callixylon* описывались стволы *Archaeopteris*, а затем, что *Svalbardia*, *Ginkgophyton* и *Protopteridim* также надо включить в эту своеобразную группу растений (праголосеменных или прогимноспермов) вместе с другими растениями, прежде числившимися среди прапапоротников. В такое необычное сочетание стволов голосеменного типа и спорангиев прапапоротникового облика было настолько трудно поверить, что даже высказывались сомнения в том, заслуживают ли эти данные доверия. Теперь, правда, сомнения позади, настало время извлекать уроки из прежних ошибок.

...После блестящих исследований шведского палеоботаника Р.

⁵ Beck Ch.B. Connection between *Archaeopteris* and *Callixylon* // Science. 1960. V.131, № 3412. P. 1524–1525.



Рис. 6. Один из примеров конвергенции. Эти не связанные непосредственным родством, но внешне удивительно схожие хвойные растения (слева – *Voltzia* из траса Европы; справа – *Buriadia* из верхнего палеозоя Индии) первоначально отнесли к одному виду

Флорина⁶ стало чуть ли не очевидным, что хвойные произошли от *кордаитов*, этой нацело вымершей группы голосеменных. Женские органы размножения кордаитов – это колоски с длинной осью и рыхло сидящими на ней шишечками, каждая из которых состоит из многочисленных чешуй и семезачатков. Р. Флорин показал, что шишки древнейших хвойных организованы примерно так же; но чем выше мы поднимаемся по геологическому разрезу, тем меньше чешуй в шишечке, а затем они срстаются в семенную чешую¹. Количество семезачатков уменьшается (иногда до одного). Так можно прийти к шишке современных хвойных. Вполне оформленные семенные чешуи, по данным Р. Флорина, появились лишь в начале позднепермской эпохи. Эта схема основывалась на западноевропейском материале.

...Еще в прошлом веке в верхнекаменноугольных (или нижнепермских) отложениях Индии было найдено растение, которое без колебаний отнесли к виду *Voltzia heterophylla* – хвойному, ранее известному из

⁶ Florin R. Evolution in Cordaites and Conifers // Acta Horti Bergiani. 1951. V. 15, № 11. P. 285–388.

¹ В настоящее время показано, что семенная чешуя хвойных, по-видимому, произошла в результате слияния семяножек, а не стерильных чешуй. Подробнее см. раздел «В поисках предков нынешних хвойных» статьи «Происхождение главных групп высших растений» в настоящем издании (Ред.)

триасовых отложениях Европы. Более внимательное изучение заставило выделить индийский вид в особый род *Buriadia*, который все же уверенно оставили в семействе вольциевых. В 1967 г. индийские палеоботаники Д.Д. Пант и Д.Д. Наутийял², работы которых известны своей тщательностью, вновь изучили буриадию, на этот раз современными методами. Они выявили микроструктуру листьев и стеблей и не обнаружили никаких отличий от микроструктуры хвойных. Зато органы размножения оказались совсем отличными: вместо шишек – изолированные и разбросанные по всему побегу семезачатки...

ЕДИНСТВО В РАЗНООБРАЗИИ

Разумеется, такими примерами внешнего сходства неродственных растений и, наоборот, разнообразием в пределах сравнительно небольшой группы сейчас уже никого не удивит. Основная ценность приведенных фактов не в том, чтобы предостеречь палеоботаников от поспешности в систематических выводах, когда не известны все основные части ископаемого растения. Эти примеры отчетливо показывают, что в ходе эволюции преобразование органов в разных группах растений часто шло по сходным путям. ... Пример с буриадией показывает, что и вегетативные части хвойного типа не свойственны одной только этой группе растений. То же можно сказать о филлотеках. Наоборот, история с прогимноспермами (*Archaeopteris* и др.) говорит о том, что привычное сочетание органов вовсе не является обязательным. Подобные факты можно привести и для многих других ископаемых растений.

Мало того, что в самых различных группах растений можно видеть независимое образование одних и тех же структур, если мы берем соответствующую группу за всю ее историю, сходными оказываются и наборы этих структур. Это как бы проявление закона гомологических рядов наследственной изменчивости Н.И. Вавилова на высоком систематическом уровне. Такое сходство наборов морфологических видов можно видеть между папоротниками и семенными папоротниковидными (птеридоспермами), внутри разных групп птеридоспермов (например, у их северных и южных семейств), между птеридоспермами и прогимноспермами, у ангарских и гондванских членистостебельных и во многих других случаях. Разумеется, сходство таких наборов (или рядов) имеет свои ограничения. Но все же морфологическое разнообразие, особенно органов, не связанных с размножением, оказывается не столь большим, как казалось раньше.

Если прежде исследователи находили в пермских отложениях Ин-

² Pant D.D., Nautiyal D.D. On the structure of *Buriadia heterophylla* (Feist.) Seward et Sahni and its fructification // Philos. Trans. Roy. Soc. London. Ser. B. Biol. Sci. 1967. V. 252, № 774. P. 27–48.

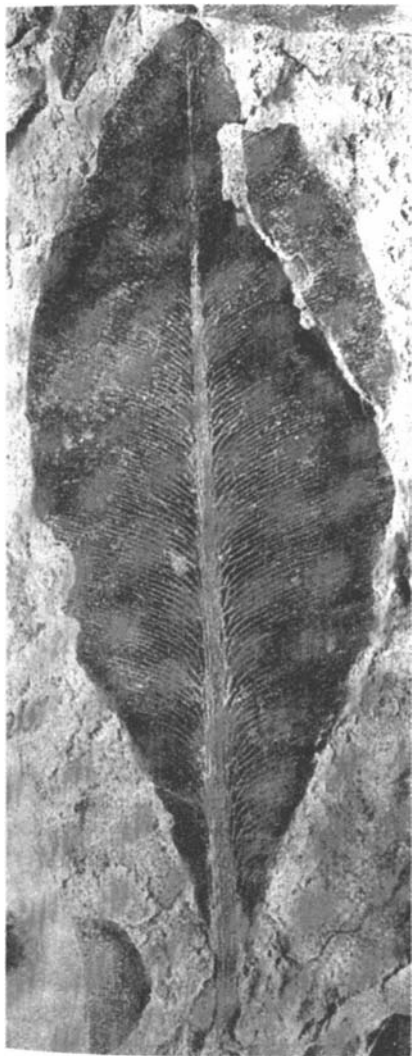


Рис. 7. Наиболее характерное растение верхнего палеозоя Гондваны – *Glossopteris*

Недавно выяснилось, что в течение более чем сотни миллионов лет растительный мир конвергентно развивался независимыми географическими группировками и в результате появились разительно сходные формы, давно уже не связанные родством. Таких группировок в палео-

дии раскидистые сегментированные листья, подобные цикадовым, то их и относили к цикадовым, основываясь на форме и жилковании сегментов. Рядом находили овальные листья с сетчатым жилкованием, т. е. типичных представителей глоссоптерид, гондванской группы растений. Похожие листья с сеткой жилок из северных флор включали в южные роды. Однако изучение микроstructures всех перечисленных листьев показало, что родственные связи совсем иные. Перед нами действительно две группы, но они четко разделены географически на северную и южную. В каждой группе есть листья двух типов, один как у саговников, а другой – с сеткой жилок. Истинные линии родства пошли в разрез с прежними.

Пример этого далеко не единственный. Это скорее правило, чем исключение. Детальное изучение позднепалеозойских и отчасти мезозойских растений (из разных ботанико-географических областей), прежде относимых к одним и тем же родам (а то и видам), чуть ли не во всех случаях показало обманчивость сходства. Соответственно, если раньше можно было говорить о некоторой общности и даже родстве флор, то теперь все очевиднее становится высокая степень их независимости (особенно в позднем палеозое) и существование небольшого числа переселенцев. В то же время общность морфологических типов в разных группах оказалась значительно более полной.

зое было по меньшей мере три (северная, или ангарская; южная или гондванская, экваториальная, или евrameрийско-катазиатская), и каждая дает нам, если можно так выразиться, самостоятельную модель эволюции высших растений. Больше всего сходства наблюдается в северной и южной моделях, хотя их взаимная изоляция была особенно велика.

В мезозойское время различия этих группировок несколько сгладились из-за усилившегося переселения растений, в кайнозой этот процесс продолжился, но даже в современной флоре можно видеть остатки палеозойского наследия.

ВВЕДЕМ КООРДИНАТУ ВРЕМЕНИ

Каково же распределение в геологическом разрезе тех морфологических типов, с которыми мы только что познакомились? Образуют ли независимо возникшие ряды одинаковую последовательность или нет? Ответить на этот вопрос определенно пока трудно. Картина складывается двоякая.

Эволюция высших растений в целом шла от споровых к голосеменным, затем к покрытосеменным. Это – определенная направленность, хотя неизвестно во скольких эволюционных линиях она осуществлялась. То же можно отчасти сказать и о развитии отдельных групп (например, последовательное образование семенной чешуи). Не весь набор признаков группы определялся сразу. Что-то появилось со временем. Однако такая однонаправленность касается самых общих черт и преимущественно проявляется в органах размножения.

Другие морфологические особенности растений при наложении на геохронологическую шкалу ведут себя иначе. Характерный пример – распределение во времени морфологических типов листы у птеридоспермов. В целом развитие жилкования листьев шло от веерного к перистому, затем к сетчатому. Эта направленность видна в нескольких группах.

Общая конструкция листа менялась менее упорядоченно. Листья большинства птеридоспермов были примерно тех же типов, что и у современных папоротников. Они могли быть простыми нерассеченными (как у *Scolopendrium* и *Vittaria*) и сложнорассеченными (как у орляка и многих других папоротников). Богатый набор форм можно видеть, например, в одном из семейств птеридоспермов (пельтаспермовых). Самые древние формы – это те, у которых сложнорассеченные листья. Далее в геологическом разрезе появляются виды с цельными листьями. Их сменяют листья со слившимися перышками, но одновременно появляется все больше листьев, аналогичных самым древним. Этим и завершается эволюция группы. Сходные наборы листьев, различающихся по степени рассечения, встречаются и в других семействах птеридоспермов, а также у *праголосеменных* (прогимноспермов), и ни в одном случае не удастся проследить направленной смены от простых листьев к сложным или наоборот.

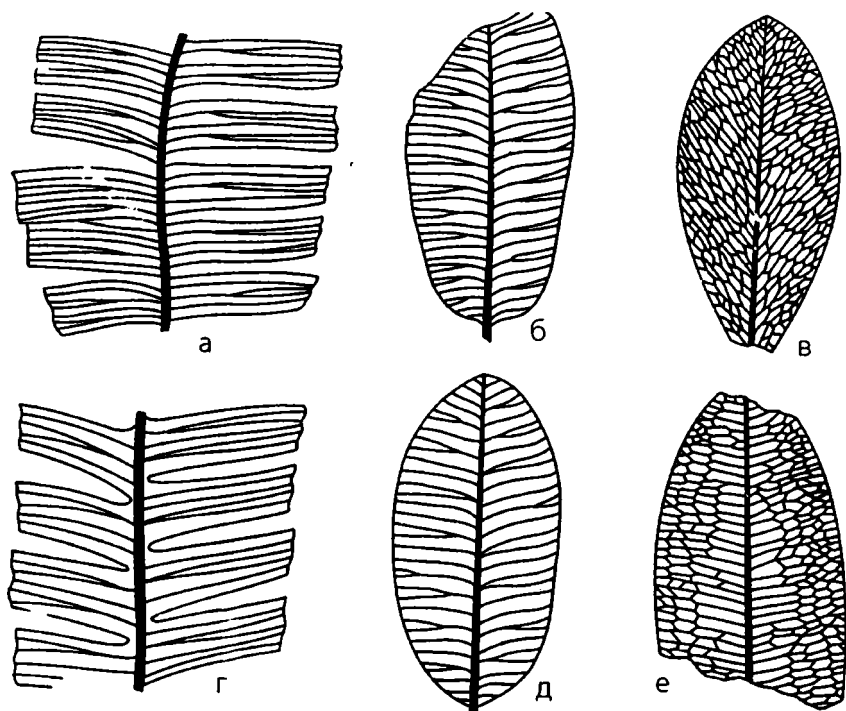


Рис. 8. Повторность морфологических типов листы в разных морфологических группах, живших в разное время и на разных материках: верхний ряд – палеозойские глоссоптериды Гондваны (Индия, Южная Африка): а – *Pteronilssonia*; б – *Rhabdotaenia*; в – *Glossopteris*; нижний ряд – триасовые цикадовые Гренландии: г – *Pseudoctenis*; д – *Doratophyllum*; е – *Anthophiopsis*

Та же картина получается в распределении во времени растений с сетчатым жилкованием листьев. Древнейшие формы гондванских глоссоптерид имели листья, у которых жилки не соединялись перемычками. Затем появляется группа форм с сетчатым жилкованием. Листья без перемычек исчезают, а затем появляются вновь. Можно конечно предположить, что эти древние элементы где-то «переждали» трудные времена, а затем снова вышли на страницы геологической летописи. Но микроструктурные исследования показали, что это не так. Более поздние листья без перемычек явно принадлежат к глоссоптеридам, появившимся на последних этапах развития гондванской палеозойской флоры. Интересно, что эта группа объединяет также растения с перистыми листьями, как у цикадовых (к ним их и отнесли), и обычные для глоссоптерид листья с сетчатым жилкованием.

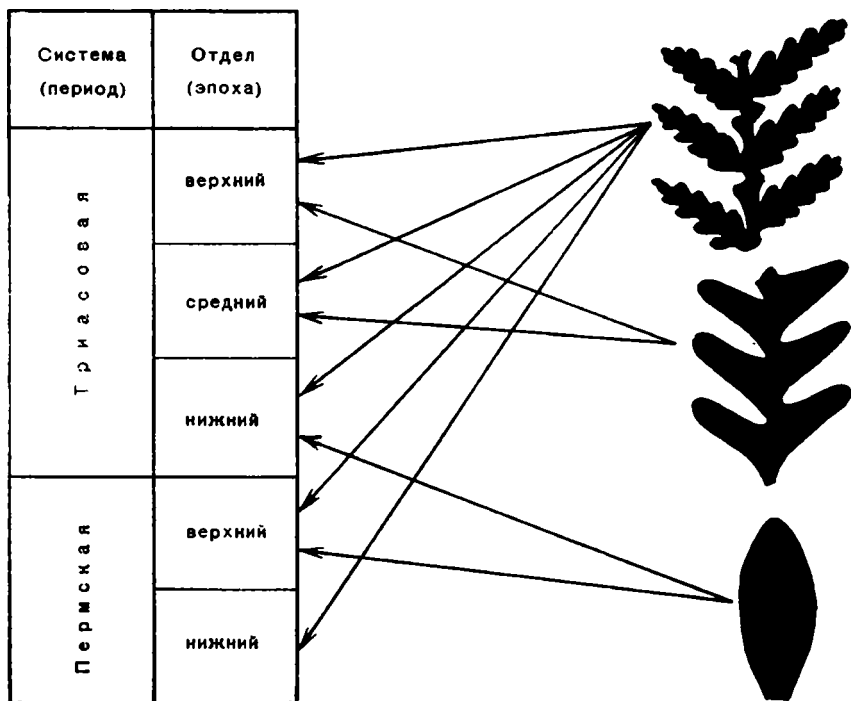


Рис. 9. Распределение в геологическом разрезе различных типов листьев пельтаспермовых птеридоспермов. Направленность в смене типов, отличающихся степенью расчленения листа, не выражена

Эти и многие другие аналогичные примеры наводят на мысль, что в ходе эволюции многие признаки не столько развивались в определенном направлении, сколько переключались с одного состояния на другое, подобно фигурам на подвижной световой рекламе. В данной группе сначала накапливалось некоторое количество возможных состояний, а затем они по необходимости сменяли друг друга, дополняясь более мелкими модификациями.

Процесс накопления этих состояний изучен еще очень плохо, не вполне ясны и его причины. Принято считать, что основным фактором, формировавшим облик высших растений, было приспособление к наземной жизни, к наилучшему использованию условий внешней среды. Этот фактор, безусловно, сыграл огромную роль. Но, ссылаясь на его влияние в большинстве случаев невозможно сколько-нибудь достоверно связать конкретный фактор с не менее конкретной морфологической особенностью. Часто ссылка на внешнюю среду лишь прикрывает наше полное незнание. Однако удивительная повторяемость форм в раз-

ных филогенетических линиях (в таких случаях иногда говорят об *ортогенезе*, или, что примерно одно и то же, о канализованности развития) наводит и на другие мысли.

Можно проследить, как на протяжении геологической истории у разных групп постепенно вырабатываются все более совершенные геометрические формы, которые порой удается выразить математическими формулами. В ходе эволюции, все полнее приспосабливаясь к среде, растения становятся одновременно и более независимыми от нее. И, кто знает, может быть, единство и геометрическая правильность высокоразвитых форм, издавна поражающие исследователей, развиваются не только благодаря внешней среде, но и, если можно так выразиться, вопреки ей. Освобождаясь от ее чрезмерной опеки, растения, наверное, получают больше возможностей продемонстрировать какие-то черты, определяемые внутренней конструкцией и подчиняющиеся законам вероятно существующей, некоей «биологической кристаллографии».

Документированные палеоботаникой случаи возврата прежнего состояния, при желании, казалось бы, можно рассматривать как пример обратимости эволюции. Однако лучше занять более умеренную позицию в этом скользком вопросе, который сейчас все чаще стал обсуждаться в биологической литературе. В начале статьи уже говорилось, что Г. Потонье, а затем В. Циммерманом были выделены элементарные процессы, ответственные за преобразование органов высших растений в ходе филогенеза: смену дихотомического ветвления другими типами (симподиальным и моноподиальным), уплощение, слияние и изгиб осей и т.д. Можно добавить сюда появление спиральности и мутовчатости в расположении органов и др.

Выделение элементарных процессов составило эпоху в сравнительной морфологии растений, позволило расчленить эволюционный процесс на отдельные составляющие. Эти взгляды, наложенные на традиционные представления о дивергентной и необратимой эволюции, легли в основу сначала сравнительной морфологии, а затем и общей систематики (главным образом, надродовой) как ископаемых, так и современных растений. Соответственно элементарным процессам строились и конкретные филогенетические линии. Например, согласно представлениям о последовательном уплощении и срастании осей менее продвинутыми эволюционно рассматривались те гинкговые, у которых листья сильно рассечены, а не двулопастны. Коль скоро дихотомия предшествует другим типам ветвления осей, значит, в каждой группе формы с дихотомически ветвящимися осями следует считать более примитивными (во всяком случае, по этому признаку).

Соответствующие высказывания систематиков не были голословными. Действительно, среди древнейших высших растений можно видеть формы с правильной дихотомией осей. Древнейшие членистостебельные имеют дихотомически делящиеся листья, а у современных хвощей листья простые и сросшиеся (пример редукции ветвления и

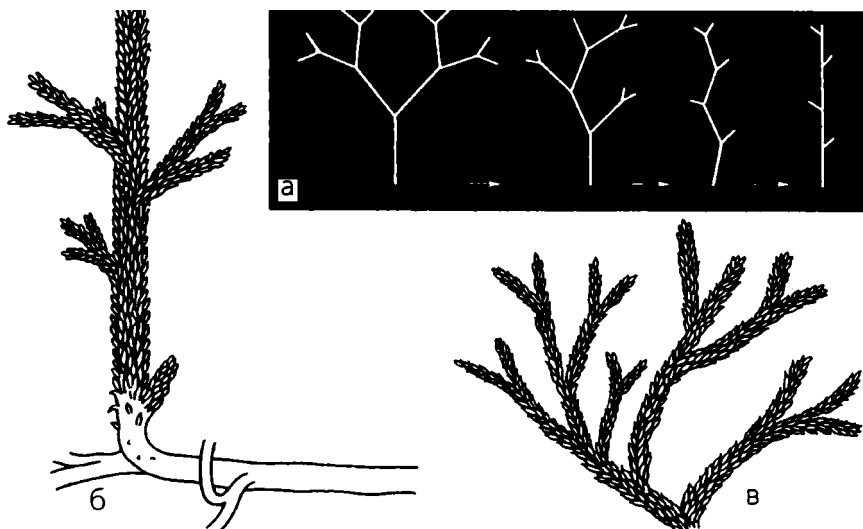


Рис. 10. У многих растений эволюция ветвления побегов шла от дихотомического (а, слева) к моноподиальному (а, справа). Однако у *Asteroxylon* (б) ветвление осей было преимущественно моноподиальным, тогда как у некоторых современных плаунов (в), считающихся потомками растений типа *Asteroxylon*, стебли могут ветвиться правильно дихотомически

слияния). Эти факты хороши и доказательны, но есть и другие, которые тоже надо учесть. У некоторых пермских членистостебельных снова появляются дихотомически рассеченные листья, изредка как уродство, а обычно в качестве нормы. Плауновидные с дихотомически ветвящимся стеблем, видимо, надо бы считать более примитивными, чем те, у которых выделяется главный стебель.

Но у древнейших плауновидных мы встречаем развитый главный стебель и настоящий моноподий чаще, чем у современного плауна. Более того, девонские растения, из которых сейчас выводят всех более поздних плауновидных, имели отчетливый главный стебель.

«ЕЩЕ» ИЛИ «УЖЕ»?

Точно такие же примеры и соображения можно привести по всем другим элементарным процессам, которые можно признать реальными, но только не однопавленными, а в большей или меньшей степени

обратимыми³. На конкретных фактах можно проследить, как слияние осей приводит на смену рассечению, а слившиеся оси затем снова делятся. Количество ветвлений сначала увеличивается, затем сокращается, потом снова растет.

Учет обратимости элементарных процессов (не меняя, конечно, фундаментального вывода о необратимости эволюции в целом) в корне меняет сложившиеся в сравнительной морфологии взгляды, заставляет пересмотреть представления о примитивности и продвинутости отдельных форм в систематических группировках.

Часто при анализе какой-либо группы, например, современных плаунов, указывается, что у вида А, дескать, спорангии «еще» не собраны в колоски, а у вида В эти колоски «уже» вполне оформились. Подобное, порой бессознательное, употребление слов «еще» и «уже» отражает убеждение в определенной направленности эволюции. Но вот что странно: почему структура со словом «еще» существует с палеозоя (древнейшие настоящие плауны известные с каменноугольного периода) до наших дней почти без изменений и за 300 с лишним миллионов лет так и не была вытеснена более продвинутой структурой со словом «уже»? Другой вопрос: почему у *Zosterophyllum*, который вместе с *Cooksonia* является древнейшим известным нам высшим растением и который стоял, как считают, у истоков эволюции плауновидных, спорангии «уже» собрались в аккуратный колосок?⁴

Конечно, может быть, и у зостерофилла были предки «еще» без колосков (его ближайшие родственники со свободно разбросанными спорангиями появляются позже), но изменит ли это положение дела с «еще» и «уже» у современных плаунов? Наверное, лучше предположить, что имеющиеся у плаунов типы расположения спорангиев не столько свидетельствуют об определенном направлении в эволюции рода, сколько показывают нам возможные и доставшиеся еще от весьма далеких предков морфологические типы, приспособительное значение которых невелико (или проявлялось у каких-то предковых вымерших форм), а оценка в понятиях примитивности и продвинутости невозможна без изучения конкретных палеоботанических фактов.

Здесь уместно напомнить следующие слова Дарвина: «Когда особенности строения, каковы бы они ни были, общи многим родственным формам, мы признаем за ними высокое систематическое значение и, вследствие этого, часто предполагаем, что они имеют и крайне важное значение для вида. Поэтому я склонен думать, что морфологические различия, которым мы придаем значение, каковы, например, листорасположение, число частей в цветке или завязи, положение семян и

³ Об обратимости выделенных В. Циммерманом элементарных процессов в 1950 г. писал Г. Л. Стеббинс (*Stebbins G. L. Variation and evolution in plants. N. Y. 1950*).

⁴ Спорангии зостерофилла сидят в колоске по правильной спирали. Это первое известное нам проявление спиральности в расположении органов. В микроструктуре спирали появились, видимо, гораздо раньше.

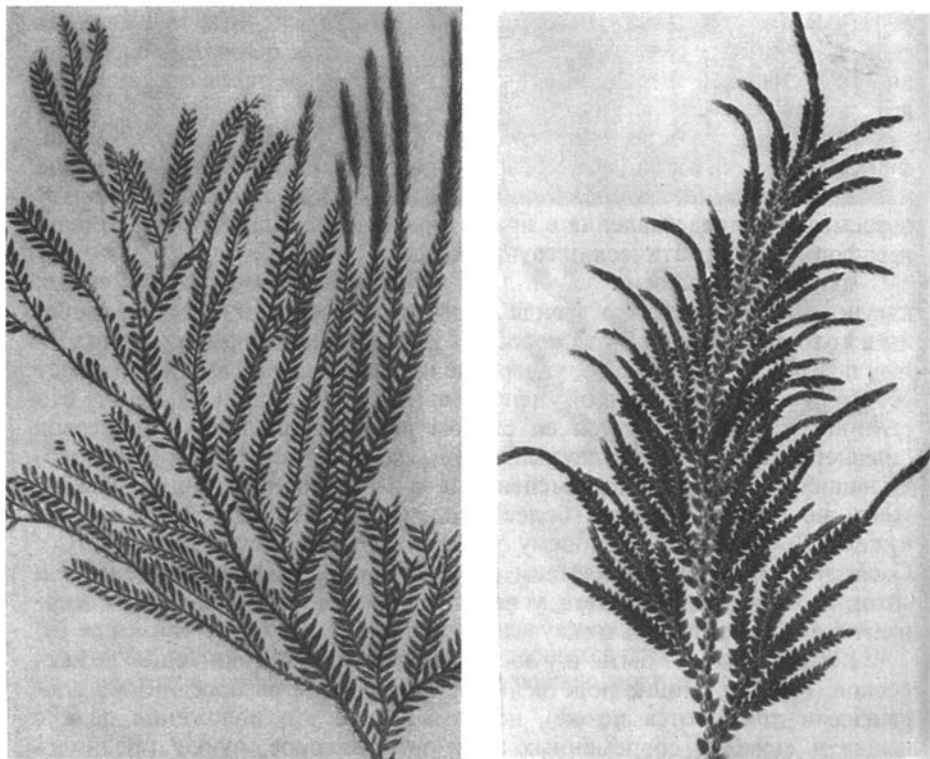


Рис. 11. Современное плауновое селягинелла (справа) мало чем отличается от своего предка из каменноугольного периода (слева). (По К. Мэгдфрау)

пр., во многих случаях сначала появились в качестве неустойчивых вариаций, которые раньше или позже сделались постоянными вследствие природы организма и окружающих условий, равно как и вследствие взаимного скрещивания отдельных особей, но не вследствие естественного отбора; в самом деле, так как эти морфологические признаки не оказывают влияния на благополучие вида, то всякие легкие отклонения в них не могли определяться или накапливаться при помощи этого последнего фактора⁵.

Мы взяли только один пример с плаунами, но палеоботаническая летопись ставит под сомнение или отвергает огромное количество этих «еще» и «уже», которыми пестрит современная систематика, сравнительная морфология высших растений и многие разделы общей биологии. Подобные «еще» и «уже» прочно вошли в сознание и определяют мышление большинства исследователей. Далеко не всегда смущает тот

⁵ Дарвин Ч. Происхождение видов. М.: Биомедгиз, 1937. С. 314.

факт, что если из двух групп растений одна обладает большим набором продвинутых признаков, а другая остается на более примитивном, по существующим взглядам, уровне, то из этого вовсе не следует процветание первой группы и обреченность на вымирание второй. Беннеттитовые по всем принятым канонам ушли дальше цикадовых в структуре листы и органов размножения. Они даже создали некоторое подобие цветка. Цикадовые появились раньше беннеттитов, больше 100 миллионов лет жили с ними бок о бок и вместе захоронены на кладбищах ископаемых растений. Потом беннеттиты исчезли, а цикадовые прожили еще 100 миллионов лет и пока еще не собираются вымирать.

Количество подобных случаев в истории органического мира неозримо, и, наверное, не стоит бездоказательно обсуждать лежащие в их основе конкретные причины (они нам не известны). Сейчас важнее другое. Говоря о преимуществе одних структур и недостатках, примитивности других, обычно предпочитают опираться на известную нам судьбу данной группы (коль она вымерла, значит, в чем-то была примитивной или, что не лучше, слишком специализированной, хотя и не ясно в чем), или апеллировать к стандартным представлениям о направлении преобразования органов.

В действительности дело обстоит сложнее. Преимущество покрытосеменных перед голосеменными, а этих – перед споровыми доказано историей растительного мира, но этим, строго говоря, ограничиваются наши представления о продвинутости и примитивности у высших растений. В пределах отдельных групп априорная, на основании наблюдаемых признаков, а не исторической судьбы, оценка примитивности и продвинутости уже намного труднее, а чаще и вовсе невозможна. Не будем забывать и о том, что древовидные голосеменные (хвойные) успешно соперничают с цветковыми, а травянистые хвощи и папоротники нередко вытесняют в фитоценозах травянистых покрытосеменных – этот общепризнанный венец эволюции растительного мира.

Пересмотр сложившихся взглядов на примитивность и продвинутость на основе палеоботанических данных, видимо, может дать толчок к пересмотру многих основных положений систематики и сравнительной морфологии. Не менее, если не более, важным будет и признание широкого развития параллелизмов и ограниченности морфологического разнообразия хотя бы в вегетативных частях растений (та же ограниченность, безусловно, быстро выявится и в органах размножения, если мы эти органы будем рассматривать не в совокупности, а по отдельным составляющим). Станут сомнительными многие филогенетические построения, окажутся если не ложными, то недостаточными самые принципы таких построений.

Обычно о родстве групп растений судят на основании интуитивной или количественной оценки сходства. Этот подход оправдан при анализе низших систематических единиц. С переходом к более крупным единицам, объединяемым меньшим количеством общих признаков, резко

возрастает опасность включить в одну группу неродственные растения с независимо возникшим сходством. Только конкретная история групп, выраженная в палеоботанических документах, может дать нам сведения об истинной филогении, а значит, и родстве групп, о мере их единства.

ВЕЛИКИ ЛИ ВОЗМОЖНОСТИ?

Здесь, конечно, уместен вопрос, а велики ли возможности палеоботаники в решении столь сложных проблем и содержит ли геологическая летопись нужные документы? Не встанет ли ее неполнота на пути обобщений, превратив их в набор остроумных предположений, каждое из которых нельзя проверить из-за недостатка фактов? Ведь в палеозоологии неполнота ископаемых документов лишила возможности проследить эволюцию всех групп, не имеющих внутреннего и внешнего скелета. Хотя роль палеоботаники в становлении основных концепций систематики, филогении и сравнительной морфологии растений очевидна, попытки детализировать филогенетические схемы по уже накопленным палеоботаническим данным чаще всего терпят неудачу (аналогичная картина наблюдается и при построении филогении животных). Поэтому стоит ли в дальнейшем возлагать большие надежды на ископаемые растения?

Положительный ответ на эти вопросы, которые нередко задают палеоботаникам, следует даже из примеров, здесь приведенных и затронувших лишь крохотную долю того материала, которым располагает палеоботаника сейчас и которым она может располагать в будущем. Но значение палеоботаники не только в том, что она знакомит нас с конкретными и неоспоримыми документами истории растительного мира. Ненайденные и неизученные остатки растений лежат в земле, как незорвавшиеся снаряды, и заставляют исследователей осторожнее рисовать филогенетические линии на основании изучения одних лишь современных растений. Вместе с палеозоологией палеоботаника, как и все науки, служит вечным источником вопросов и скепсиса, трудноразрешимых загадок и парадоксов.

По-видимому, не столь уж страшна и пресловутая неполнота геологической летописи. Конечно, отсутствие многих данных – досадное обстоятельство. Но тут у палеоботаники есть перед палеозоологией некоторое преимущество. От животных переходят в ископаемое состояние только твердые части (кости скелета, раковины, твердые покровы и т. д.), наличие которых – одна из особенностей только определенных систематических групп. Поэтому остатки животных переходят или не переходят в геологическую летопись в зависимости от систематической принадлежности. В результате нацело выпадают целые ветви филогенетического древа.

У растений ситуация иная. В осадочных толщах мы находим и нежные побеги мхов, и массивные стволы деревьев. Главное для расте-

ния, чтобы оно попало в захоронение. Для этого надо только жить поближе к местам, где накапливаются осадки, – равнинным рекам, озерам, болотам, морским побережьям. Для большинства растений, живущих за пределами низин, эта возможность почти исключается, и с ними палеоботаники редко имеют дело. Иными словами, отбор материала в палеоботанические архивы осуществлялся в зависимости не столько от систематической принадлежности растений, сколько от их местожительства.

Это различие касается лишь основной массы палеоботанических и палеозоологических документов, но приходится сталкиваться и с многочисленными исключениями (известны отпечатки мягких частей животных, при вулканических извержениях под слоем пепла захороняются и растения возвышенных мест, и т. д.). Но они не нарушают картины в целом. Все значительные группы растений заселяют (и, видимо, заселяли) самые различные местообитания и, таким образом, хотя бы частично должны быть представлены в геологической летописи. Поэтому при достаточно широко поставленных палеоботанических исследованиях (при особом внимании к вулканическим областям прошлого) вполне реально, что обнаружится большинство основных групп вымерших растений.

Таковы некоторые проблемы, которые современная палеоботаника ставит перед эволюционной теорией, и задачи, которые палеоботаника получает от эволюционной теории. Проблемы эти важны, а решение задач увлекательно. Остается надеяться, что дело здесь не ограничится благими намерениями.

СРЕДА: ДРАМАТУРГ ИЛИ РЕЖИССЕР?¹

Исследование – это не только работа с приборами и колбами, не только бдение в библиотеках и беспокойные мысли по ночам... Публикуется только часть мыслей и наблюдений, только выношенное и более или менее решенное – десятая часть айсберга, именуемого научным творчеством. Остальное – «под водой». Эти скрытые девять десятых – бесконечные дискуссии и обмены мнениями в лабораториях и в коридорах научных совещаний. Иногда при этом вспыхивает спор – и весьма горячий. Философ сказал, что в споре рождается истина. Скептик возразил, что в споре теряется время, а истина рождается в труде. Трудно сказать, кто прав, но вот отрицать благотворность обмена мнениями вряд ли кто-нибудь станет.

Исследование окружающего мира вызывает у человека науки массу мыслей и ассоциаций. Не каждый может все спокойно переварить в себе. Не беда, что мысли и гипотезы еще не успели уложиться как следует. Надо скорее поделиться, может быть, подумать вместе. Одну из таких бесед мы и предлагаем вниманию читателя. Здесь нет истории вопроса, исчерпывающего изложение фактов, выводов и списка литературы. Это почти документальная запись действительно происходившей (при включенном магнитофоне) беседы. Конечно, обойтись без сокращений было нельзя. В этом диалоге больше вопросов, чем ответов, но ведь это, наверное, не беда. Недаром говорят, что правильно поставленный вопрос – половина решения проблемы.

Итак, встретились два палеонтолога. Казалось бы, коллеги, работают в одной области. Но дело не так просто. В современной палеонтологии, как в каждой науке, множество разделов, все глубже и дальше идет специализация исследователей. Но есть общие проблемы, которые интересуют всех палеонтологов, да и не только их.

Какими путями развивалась жизнь на Земле? Что лежало в основе тех процессов, которые создали муравья и кита, лишайник и «Мамонтово дерево»? О проблемах такого рода, которые любят называть планетарными, и говорят (и спорят) наши собеседники, сотрудники Геологического института АН СССР, кандидаты геолого-минералогических наук С.В. Мейен и А.Ю. Розанов, которых мы дальше будем называть «палеоботаник» и «палеозоолог». Послушаем их.

Палеозоолог. – Ты что читаешь?

Палеоботаник. – Получил из Индии статью о «буриадии» из палеозойских отложений. Всегда думали, что это нормальное хвойное, а теперь нашли хорошие экземпляры, и оказалось неизвестно что. Вся

¹ «Знание - сила». 1968. № 1. С. 16-19. (в соавторстве с А.Ю.Розановым).

структура, вплоть до анатомии, — как у хвойных, а семена — не в шишках. Сидят на ветках поодиночке.

Палеозоолог. — И ты удивляешься?

Палеоботаник. — А ты бы не удивился, если бы увидел рыбу, у которой икра не в брюхе, а развешана по одной икринке по всему телу? Ты бы назвал такое существо рыбой?

Палеозоолог. — Воздержался бы.

Палеоботаник. — Но главное, что это уже не первый случай. В палеоботанике таких фактов все больше и больше. Получается примерно так: идешь по улице, видишь человека со знакомой физиономией, подходишь и — хлоп его по плечу. А потом выясняется, что ты с ним не учился, он тебя не знает и это совсем незнакомый человек...

Палеозоолог. — ...или вообще не человек.

Палеоботаник. — Вот здесь так именно — вообще не человек.

Палеозоолог. — И как ты такое сходство расцениваешь? Как конвергенцию?

Палеоботаник. — Сомневаюсь. По определению, конвергенция — образование сходства, причем поверхностного, под влиянием сходной внешней среды. Например, дельфин — и рыба. Говорили же раньше рыба-кит. А у «буриадии» и настоящих хвойных не так. «Буриадия» жила в конце палеозоя в Индии, когда оттуда только что ушли ледники, было холодновато и достаточно влажно. А обычные, нормальные хвойные появились примерно тогда же или немного раньше в Европе и Северной Америке в тропической зоне. О конвергенции трудно говорить и из-за тонкой структуры. Она у хвойных и «буриадии» очень близка. Я думаю, что здесь лучше говорить о параллелизме².

Палеозоолог. — Это уже интересно. Я как раз пришел потолковать именно о нем.

Палеоботаник. — Новое увлечение?

Палеозоолог. — Отнюдь не новое, я все время о нем думаю, хотя, конечно, в годовой план не ставлю. В диссертации о нем, если помнишь, кое-что писал применительно к археоциатам.

Палеоботаник. — Забавные были животные. Нам о них в университете читали. Помню — такие изящные кубики, как кораллы. Структура очень интересная. Кстати, их до сих пор встречают только в кембрийских отложениях?

Палеозоолог. — Да.

Палеоботаник. — Так как у них с параллелизмом? Прости, я тебя перебил.

Палеозоолог. — Ты помнишь в моей книжке таблицу с основными группами археоциат?

² Впоследствии С.В. Мейен все же отнес *Buriadia* к хвойным, поместив ее в особое семейство *буриадиевых* (*Buriadiaceae*) и отметив, что о филогенетических связях этого семейства пока ничего нельзя сказать. Подробнее см.: Мейен С.В. Основы палеоботаники. М.: «Недра», 1987. С. 211–217, 221. (Ред.)

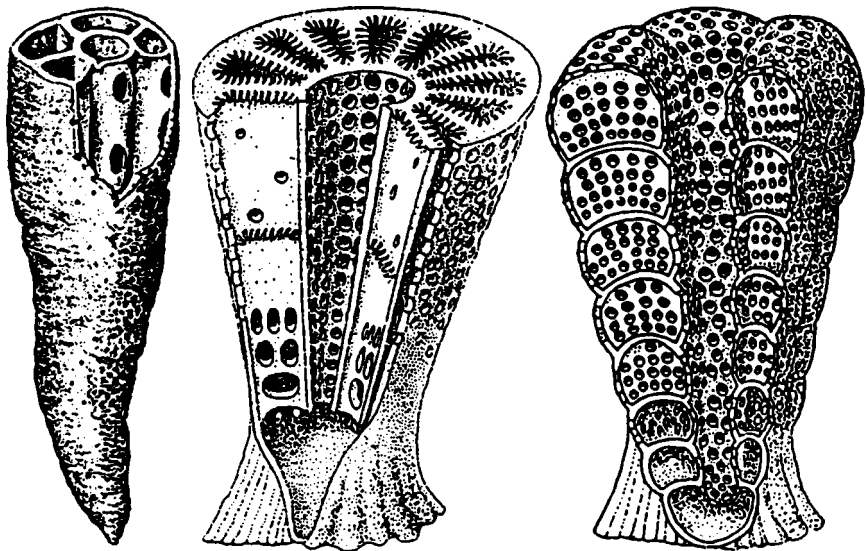


Рис. 1. Реконструкция трех кубков археоциат из раннего кембрия (по К. Фентон и М. Фентон, 1987)

Палеоботаник. – Припоминаю.

Палеозоолог. – Я принес ее с собой. Вот вертикальные графы, соответствующие подотрядам. По горизонтали их секут графы с главными признаками, которые повторяются в каждом подотряде.

Палеоботаник. – Получилась прямо-таки периодическая таблица.

Палеозоолог. – Если хочешь, да. Заметь, что в каждом подотряде признаки наслаивались в одной последовательности, причем совершенно независимо, параллельно. Вот тебе классический параллелизм!

Палеоботаник. – Забавное явление. Получается примерно так: в разных странах независимо организовали министерства и держали все в тайне. А когда рассекретили, оказалось, что в каждом из министерств есть министр, его «зам», экспедиция...

Палеозоолог. – ...секретарь и все другие положенные атрибуты. Но это еще не все. Заметь, что совершенно одинаковые структуры появляются у разных групп археоциат в разное время. А последовательность появления одинаковая.

Палеоботаник. – Но свободные ячейки, я вижу, все же остались.

Палеозоолог. – Теперь уже многие заполнились. И отклонений от первоначальной схемы пока нет.

Палеоботаник. – То есть содержимое пробелов можно было предсказать?

Палеозоолог. – Я думал об этом, но побоялся: кто его знает, как все

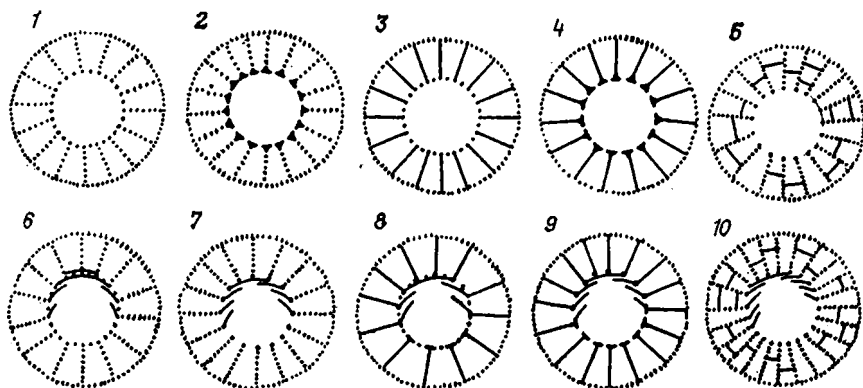


Рис. 2. Гомологические ряды археоциат семейств Ajacicthyathidae и Cyclocyathidae (изображены поперечные сечения кубков): 1 – *Aldanocyathus*; 2 – *Robustocyathus*; 3 – *Ajacicthyathua*; 4 – *Mongolocyathus*; 5 – *Sibirecyathus*; 6 – *Kellericyathus*; 7 – *Gordonicyathus*; 8 – *Denaecyathus*; 9 – *Compositocyathus*; 10 – *Gordonifungia*

это развернется. Теперь жалею. Недавно собирался colloquium по археоциатам. На нем продемонстрировали чуть ли не 70 новых родов, и все они четко легли в эту таблицу. Каждому нашлась своя ячейка. Теперь уже можно писать статью о предсказании новых видов в палеонтологии. Жаль, что это будет не первый опыт.

Палеоботаник. – Ты имеешь в виду карликовых грызунов? Я что-то мельком слышал.

Палеозоолог. – Об этом рассказывали на семинаре по эволюции. Один зоолог по аналогии с гомологическими рядами Н.И. Вавилова предсказал в своей статье существование пока неизвестного грызуна. Он должен был быть карликовым, сумчатым, и искать его предполагалось, кажется, в Индонезии.

Палеоботаник. – Статью вернули?

Палеозоолог. – Наверное. Но как раз в это время вышла статья с описанием именно такого грызуна.

Палеоботаник. – Ты говоришь, что он пользовался гомологическими рядами. А ты тоже к ним обращаешься? В чем ты видишь аналогию с ними?

Палеозоолог. – Смотри сам. В основе рядов Вавилова лежит утверждение, что изменчивость организмов – явление отнюдь не беспорядочное. Ряды однотипной изменчивости повторяются у разных видов, родов, семейств и т.д. Чем ближе два организма, тем полнее повторяемость. Получаются периодические системы классификации, по которым и ведется предсказание. Отсюда вывод о некоторой ограниченности набора признаков, которые может дать группа организмов. Возьми те-

перь мою периодическую таблицу археоциат. Чем тебе не аналогия? Все археоциаты постепенно разворачивают стандартный набор структур, а выскочить из него не могут.

Палеоботаник. – Забавно. А что же, по-твоему, им мешает вернуться? Внешняя среда?

Палеозоолог. – Со средой пока не получается. Ее влияние удастся видеть, когда появляются многие мелкие приспособительные признаки. Неясно, кстати, были ли эти признаки слишком ценным приобретением для основной эволюции археоциат. Скорее – нет.

Палеоботаник. – Подожди, подожди. Вспомним, как развивалась палеонтология. Первые палеонтологи прежде всего старались очистить раковину от породы и изучить структуру. Но потом поняли, что на породу тоже надо смотреть, ведь в ней как-то отразилась среда. И нашли массу подтверждений тесной связи факторов среды с признаками организмов. Ты хочешь сказать, что среда служит развитию только по линии мелких реорганизаций, а не по линии радикальных реформ. Но все ли ты мог учесть? Ведь мы не знаем кембрийскую среду во всех деталях. Прошло как-никак полмиллиарда лет. Осадок не все сохранил, а из того, что осталось, не все можно понять. А как хорошо приспособлены к среде все современные живые существа! Как ты это объяснишь?

Палеозоолог. – Но дело-то все в том, что резко различные условия среды в окаменевших допотопных осадках мы как раз различать умеем – и очень часто с этим сталкиваемся. Но в этих различных условиях в разных местах археоциаты меняют свои структуры – и в общем одинаково.

Палеоботаник. – Внешне у тебя получается, конечно, довольно убедительно, но я думаю, что ты все же многое недоучитываешь. Получается, что как будто среда это только соленость и температура воды, характер грунта и тому подобные факторы, которые отражаются в породе. Среда – это и соотношение организмов. А ведь ты даже не знаешь толком, чем питались твои археоциаты.

Палеозоолог. – С чего ты взял, что я целиком зачеркиваю влияние внешней среды? По-моему, я ясно сказал, что у меня с ним пока ничего не получается в плане главных направлений эволюции. Частные приспособления – это, безусловно, среда. Но как объяснить то, что в разных группах археоциат сходные изменения происходят неодновременно? Некоторые археоциаты запаздывают с изменениями – тут как раз среда влияет. Но признаки все равно появляются – и в одинаковой последовательности! Вот в чем гвоздь вопроса. Что ты на это скажешь?

Палеоботаник. – Скажу, что ты не учитываешь еще одной важной вещи: органы, отдельные признаки организма взаимосвязаны. У тебя они просто наслаиваются, а в действительности появление одного признака должно вызывать в организме цепную реакцию. Такие цепные реакции уже найдены в индивидуальном развитии, они наверняка должны были быть и в эволюции вообще, я думаю, что именно в этом источник параллелизма у археоциат.

Палеозоолог. – Из Шмальгаузена шпаришь?

Палеоботаник. – Не только. Связи между органами – серьезная проблема. А ты такие связи, по-моему, вообще не учиываешь. У тебя археоциаты – просто коллекция признаков.

Палеозоолог. – Ну, это ты уже зря. Не забывай, что изучение таких связей между органами почти не под силу палеонтологу. Я вижу у археоциат только скелет. К тому же, я как раз стараюсь не переоценивать влияние таких вещей, как соленость, температура, характер грунта, когда речь идет об определении общих направлений в эволюции. А многие палеонтологи прежде всего именно в этом видят внешнюю среду.

Палеоботаник. – В этом ты прав. С влиянием среды на эволюцию растений тоже получается не так просто, как кажется. Палеоботаника задает не менее каверзные вопросы. Вот один из них. Если считать, что внешняя среда диктует эволюцию, то радикальные перемены в условиях жизни должны вызывать эволюционные взрывы. Верно?

Палеозоолог. – Резонно.

Палеоботаник. – Последнее оледенение – серьезное событие для наземных растений?

Палеозоолог. – Разумеется.

Палеоботаник. – Я тоже так думаю. Надо бы ожидать от него больших сдвигов в эволюции. А получается вот что: за последние 15–20 миллионов лет, то есть до оледенения, во время и после него в растительном мире эволюция была ничтожной – почти никакой. Почитай, все ископаемые растения из отделений этого времени – современные роды, а то и виды. Климат, рельеф – все менялось, а результат ничтожный. Получается, что ледники наступают, а растения от них убегают, потом все идет в обратном порядке. Ледник – как учитель, который любит воспитывать линейкой и розгами. Ученики прячутся от него, а учиться не хотят – и не учатся! И другой пример – обратный. Середина мелового периода, никаких фантастических событий на Земле, а растения дают настоящий эволюционный взрыв.

Палеозоолог. – А ты интересовался, как оледенение повлияло на животный мир?

Палеоботаник. – Думаю, что там примерно то же. Во всяком случае новых семейств за те же 15–20 миллионов лет фактически не появилось, хотя новые виды, может быть роды, возникли. Надо выяснить. Я не говорю о человеке, разумеется. Он появился как раз в это время.

Палеозоолог. – Ну, если так, то я не понимаю, какие у тебя могут быть ко мне претензии. Ты говоришь о том же, что и я.

Палеоботаник. – Но ты перегибаешь палку. Ты отказываешься от упрощенного понимания среды, а в конечном счете ведешь дело к тому, чтобы вовсе вычеркнуть ее из основных факторов эволюции. Я вот против чего возражаю. Когда разбирают факторы эволюции растений, слишком много говорят о влиянии засушливых поясов, оледенений и других сильнодействующих средств. В действительности их влияние

было большим лишь на распределение растений по поверхности Земли, а не на их эволюцию. Но это не значит, что я собираюсь подрывать авторитет среды. Я скорее склонен думать, что гомеопатические дозы изменений в условиях сильнее сказывались на эволюции. Организмам нужно время для перестроек.

Палеозоолог. – Если так, организмам никакого времени не хватит для развития. Медленные изменения среды, медленные изменения органов... Ты думаешь, что если в нашем распоряжении сотни миллионов лет, то это очень много? Сам же только что говорил, что за последние 15–20 миллионов лет ничего принципиально нового у растений не появилось. С начала девона, то есть от самых древних растений, прошло чуть меньше 400 миллионов лет. Получается явно нескладно с темпами эволюции. За 20 миллионов лет растения ничего не успели сделать, а за 400 миллионов сделали все.

Палеоботаник. – Ты не учитываешь, что нам достается не весь растительный мир, а лишь то, что смогло захорониться.

Палеозоолог. – Это старая песня о неполноте палеонтологической летописи! Нельзя все на нее списывать. В конце концов, когда мы берем последние геологические времена и, скажем, девон, мы оперируем сравнимыми по полноте документами. Верно?

Палеоботаник. – Не совсем. Ты не учел еще одной вещи. У Н.И.Вавилова получалось, что самое интенсивное образование форм у растений приходится на области с максимальным разнообразием климатов и почв. Это – обычно в горах, небольшие по площади участки. Вероятность того, что мы с такими «генераторами» новых форм встретимся в ископаемом состоянии, ничтожна. Но вообще в развитии растительного мира темпы, действительно, получаются какими-то странными. Пожалуй, не обойтись без генетики.

Палеозоолог. – Вот здесь ты прав. Чтобы понять развитие автомобиля (пользуясь аналогией Симпсона³), мало стоять и смотреть на уличное движение. Надо разобрать мотор. И разгадка, может быть, придет от «сломанного мотора». Например, для некоторых раковых опухолей установлены любопытные закономерности.

Палеоботаник. – Вот уж не чаяли палеонтологи, что к ним на помощь придет медицина.

Палеозоолог. – Да. Так вот, клетки этих опухолей, как недавно писал член-корреспондент Рыжков, развиваются в результате деятельности давно и естественно существующих генетических структур. Но эта деятельность в нормальных условиях подавляется участками хромосом, которые называются генами-репрессорами. Нарушается репрессор, целый класс генов начинает действовать, и человек попадает в больницу. Чувствуешь аналогию?

³ Симпсон, Джордж Гэйлорд – выдающийся американский палеонтолог и эволюционист, профессор палеозоологии Гарвардского университета и Зоологического музея в Кэмбридже (США). (Ред.)

Палеоботаник. — Ты хочешь сказать, что у твоих археоциат признаки появляются в результате нарушения репрессоров? Дескать, в незапамятные времена существовали какие-то археоциатовые предки, у них хромосомы несли наметки эволюции всей группы?

Палеозоолог. — Примерно так. Эти предки несли огромную генетическую информацию, а дальше было нарушение репрессоров.

Палеоботаник. — Что же это получается. Что хромосома — некий талант...

Палеозоолог. — ...зарытый в глуши. А потом вдруг в подходящих условиях он оказывается на сцене...

Палеоботаник. — ... и завоевывает весь мир. Да... что-то даже не верится. Впрочем, парадоксальные факты должны объясняться и парадоксальными гипотезами.

Палеозоолог. — А они кое-что и объясняют. Вспомни такой проклятый вопрос, как массовое появление скелетных организмов на нижней границе палеозоя (см. журнал «Знание—сила», № 9 за 1967 год). Сразу по всему миру появляется масса остатков раковин, причем это не самые примитивные формы (мы-то надеялись увидеть корни всего), а уже высоко организованные. По этому поводу было много гипотез, но ни одной убедительной. В генетическом преломлении это вполне объяснимо. У всех организмов были заложены генетические возможности образования скелета, которые подавлялись репрессорами. Потом определенный фактор вызвал нарушение репрессора, и скелеты, если можно так выразиться, вышли на сцену.

Палеоботаник. — Ага. Значит, среда все-таки может влиять на капитальные реформы!

Палеозоолог. — А разве я спорил с этим? Может. Но дело в том, что обычно хотят видеть в факторе, вызвавшем такую реформу, что-то невероятное, сверхмощное, а это вовсе и не нужно. Достаточно, например, изменения баланса азота или кислорода, в атмосфере. Кто-то подсчитал, что именно в те времена такое изменение как раз могло быть. Я думаю, что здесь лучше привлекать химические факторы, так как они дают более устойчивые и определенные изменения в хромосомах. Тогда среда здесь лишь дает возможность организму развиваться...

Палеоботаник. — ... но не она научила неведомый талант петь. Он сам умел. Ты хочешь сказать, что среда здесь выступала в роли режиссера, а не драматурга?

Палеозоолог. — Здесь, возможно, да, хотя за весь органический мир не поручусь. Но это, ясно, чистой воды предположение, рабочая гипотеза, если хочешь.

Палеоботаник. — Должен заметить, что появление наземных растений — не меньшая загадка, чем появление скелета у животных. В отложениях древнее девона мы находим такие жалкие остатки, что их и растениями-то стыдно назвать (я не говорю о водорослях). А в начале девона появляется сразу масса растений. К концу этого периода (всего

за 5-6 десятков миллионов лет) растительный мир уже набрал, фигурально выражаясь, свой лексикон в общении со средой. Словом, здесь также видны следы эволюционного взрыва без великих событий во внешних условиях.

Палеозоолог. – Сдается мне, что ты зря меня упрекаешь в недооценке среды. Сам же говоришь о двух эволюционных взрывах у растений. Один в начале девона, другой – в середине мелового периода. Оба раза, как ты сказал, не было великих событий на Земле. Словом, то же, что и у меня: изменения во внешних условиях сами по себе, а эволюция – сама по себе.

Палеоботаник. – Отнюдь нет. Я думаю, что, во-первых, нельзя ставить на одну доску палеоботанические и палеозоологические документы. Условия захоронений наземных растений и морских животных в геологическом прошлом были резко различными. На это надо вводить поправку. Во-вторых, нельзя отождествлять события девона и мела. В девоне растения имели дело с почти незаселенной сушей. Быстрая эволюция в это время – видимо, результат захвата новых и разнообразных во всех отношениях мест. В эпоху мела быстрая эволюция наблюдается только среди покрытосеменных, а не у всего растительного мира. Строго говоря, может быть, перед нами здесь не столько эволюционный взрыв, сколько быстрая экспансия покрытосеменных. Как они произошли, мы не видим, хотя само их происхождение вполне можно связать с внешней средой.

Палеозоолог. – Как же это?

Палеоботаник. – Речь может идти, например, о неотении. Это когда вид под влиянием неблагоприятных условий начинает размножаться, не достигнув «взрослой» стадии развития, «привыкает» к этому и сам становится новым видом. Но это долгая история...

Палеозоолог. – Нет, знаешь, в растения я забираться не буду. Там, по-моему, все еще сложнее, чем у животных.

Палеоботаник. – Ты прав. Легче увидеть устройство машины, в которой видно, что как движется и за что цепляется. У растений, как в электронном приборе, все смирно стоит на месте, сразу не сообразишь, где что и для чего. Впрочем, – и животные животным рознь. Когда ко всему примешивается еще психика, пожалуй, предпочтешь растения.

Палеозоолог. – Конечно, чем сложнее организм, тем сложнее и интерпретация, больше функций, взаимосвязей. Но надо соответственно и объекты подбирать. Ведь ключи к генетике подбирались на горохе, дрожиле и микроорганизмах, а не на млекопитающих. Палеонтологам при решении общих вопросов, может быть, тоже стоит ориентироваться на объекты попроще.

Палеоботаник. – Поэтому ты и сидишь на археоциатах?

Палеозоолог. – Вот именно.

Палеоботаник. – Ну, я думаю, на сегодня хватит. Мы с тобой вряд ли договоримся. Я пытаюсь найти выход из противоречий в более полном учете влияния среды, ты склонен видеть основные причины внутри

самых организмов. Ясно, пожалуй, только одно: чтобы дальше рассуждать, надо залезать в тонкие структуры, в анализ захоронений...

Палеозоолог. — ...и в генетику.

Палеоботаник. — Генетика, конечно, многое может прояснить, но пока от нее больше вопросов, чем ответов. Хорошо сказано вот в этой книжке... — «Поразительно, сколь многие из наблюдаемых цитогенетиками явлений остаются неизвестными переменными в общей картине эволюционного процесса».

Палеозоолог. — Отчасти здесь беда, мне кажется, в том, что генетики не знают палеонтологии. Надо нам находить общий язык.

Палеоботаник. — Это будет интересное сотрудничество. Палеонтолог не может посадить своих подопечных в садок и смотреть, как они растут и размножаются, а генетик не знает, что было с его объектами за прошедшие миллионы лет, то есть фактор времени ему не под силу, надо объединять усилия.

Палеозоолог. — Вот именно это я и хотел сказать.

ДАЛЬНОВИДНАЯ АМБЛИСТОМА¹, ИЛИ ШАГ НАЗАД, ДВА ШАГА ВПЕРЕД²

Начнем с нескольких прописных истин: 1). Только в сказке К. Чуковского «рыбы по полю гуляют, жабы по небу летают». Все живые существа приспособлены к строго определенному образу жизни, то есть специализированы. 2). К счастью, никто уже не берется утверждать, что из пшеницы порой вырастает рожь, а из яйца пеночки может вылупиться кукушонок. Наследственность – надежный и точный механизм. Благодаря ему у слона всегда родится слон, у мухи – муха и т.д. 3). Некогда были слоны без хобота, хошчи с пятиэтажный дом и многие другие диковинные звери и растения. Палеонтология доказывает, что история органического мира – это непрерывная смена различного вида организмов. Одни вымирают, другие появляются, ни один вид не был на Земле вечно. Эти три истины требуется согласовать. Вопрос несколько попахивает тривиальностью. Хорошо известно, что в своей специализации организмы знают меру, поэтому хищная кошка может прожить и в семье вегетарианца. Всем известно и то, что наследственность не абсолютна. Поэтому, как учат в курсе дарвинизма, животные и растения, постепенно изменяясь внешне и расставаясь с привычками, ставшими ненужными, дали все современное разнообразие форм.

Все это верно, но не надо думать, что приведенные тривиальные истины согласованы, а потому задача биологии – разработка мелких вопросов и попутное разоблачение псевдонаучных теорий. Вопросов остается еще очень много, и касаются они самых общих, ключевых моментов. Прежде всего, хотелось бы увидеть документальное подтверждение того, как из одного животного или растения получается другое. Здесь, очевидно, должна дать нужные свидетельства палеонтология.

Действительно, палеонтологические документы иногда позволяют точно установить последовательность в смене одного вида другим, выяснить происхождение отдельных родов. Но как только мы переходим к более крупным систематическим группам (семействам, отрядам, классам и, тем более, типам), мы, как правило, сразу теряем надежную связь между эволюционными линиями. Например, совершенно невозможно сказать, в какой последовательности произошли все основные группы растительного мира. След, оставленный каждой из них, как-то неожиданно обрывается.

В свете последних данных палеонтологии роскошное филогенетическое древо, в корнях которого находятся простейшие, а на концах вет-

¹ Здесь и далее сохранено написание автора. Сейчас общепринято название «амбистомы». (Ред.)

² «Знание–сила». 1968. №2. С. 38-40.

вей — млекопитающие с человеком во главе, остается достоянием лишь популярных книжек. При строгом подходе от такого дерева останется лишь кучка веток, на которой сидят специалисты и подолгу пытаются приладить одну ветку к другой. Если конечные веточки еще иногда удастся соединить друг с другом, то о связи крупных сучьев пока больше споров, чем достоверных представлений. А ведь каждый крупный сук филогенетического древа — это некогда происшедшая коренная перемена в строении организма и его привычек. Как же она могла произойти?

СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ — СПАСЕНИЕ И ГИБЕЛЬ

Еще цеховые мастера средневековья отчетливо поняли ценность специализации и кооперирования. Живые существа пришли к тому же в те незапамятные времена, о которых мы почти ничего не знаем. Первые записи в палеонтологической летописи рассказывают нам об уже «узких специалистах» в мире животных. Одни фильтровали воду и извлекали из нее все съедобное, другие на тот же предмет пропускали через себя придонный ил, третьи питались первыми двумя и т.д. По мере распространения живых существ по поверхности планеты их специализация, узкая приспособленность к определенному образу жизни, становилась все большей и служила основой для процветания. Благодаря специализации, жизнь проникла и в глубины океана, и в безводные пустыни. Но благоденствие всегда продолжалось до поры до времени. Как сказал Ярослав Гашек, «всему прекрасному приходит конец». Меняется лик Земли, к которому организмы не могут быть безразличными, да и в сложной цепи самих организмов, тесно связанных друг с другом, всегда нарушается то одно, то другое звено.

Вот небольшой пример. Обоюдная привязанность насекомых и цветов общеизвестна. Вполне возможно, что своим происхождением цветок обязан в первую очередь именно насекомым. Это отнюдь не бескорыстная дружба: за свою работу по опылению пчела получает нектар и пыльцу. При всей этой дружбе стороны могут обойтись друг без друга. Роль пчелы может исполнить, в крайнем случае, другое насекомое. Пчелы тоже не столь привередливы в выборе цветов. Здесь, таким образом, вполне умеренная специализация.

Но иногда случается иначе. У некоторых орхидей цветок очень похож на брюшко самки определенной мухи или осы. Завидев «милые черты», самец садится на цветок и опыляет его, не успев понять, что ему уготован коварный обман. Это один из примеров крайней специализации, в данном случае, орхидей. Пока существуют насекомые, которых она искусно изображает, ей гарантировано опыление, однако такие тесные связи чреваты опасностью. Появись у обманываемого насекомого серьезный враг, и орхидея обречена на вымирание.

Что-то похожее происходит в нашей повседневной жизни, когда

оказываются ненужными узкие профессии. Для человека, а тем более для человечества, такие процессы не чреватые неприятными последствиями. Скорее наоборот. А вот что делать осетру, чтобы избавиться от столь вкусной, а потому опасной для него черной икры? Благоприобретенные свойства и хорошо отработанные инстинкты часто становятся для животного и растения обузой, а расстаться с ними не просто.

НЕ ХОЧУ УЧИТЬСЯ, А ХОЧУ ЖЕНИТЬСЯ

В одном из своих писем Чарльз Дарвин писал: «Какое множество астрономов поработало всю свою жизнь над наблюдениями и не сделало ни единого вывода; кажется, Гершель³ заметил, насколько лучше было бы, если бы они сделали перерыв в своем самоотверженном труде и посмотрели бы, какие выводы они могут сделать из своей работы». Перед глазами биологов – масса удивительных фактов, но часто проходит много лет, прежде чем за отдельными явлениями вдумчивый исследователь увидит важную закономерность.

Так получилось с *неотенией*. По-гречески «неос» – юность, «тейно» – растягиваю. В нормальных условиях происходит гармоничное развитие органов, достигнув зрелости, организм готов для размножения. Но бывают и исключения. У живущей в Мексике хвостатой амфибии *амблистомы* развитие может протекать и иначе. В неблагоприятных условиях личинка амблистомы – *аксолотль* – может, не дожидаясь зрелости, приступить к воспроизведению потомства. Это и есть неотения.

В случае с аксолотлем-амблистомой неотения – вынужденный и «факультативный» прием. Иногда она становится нормой. В подземных озерах встречаются протей – белые слепые угревидные амфибии. Это типичная личиночная форма, о чем свидетельствуют наружные жабры. В своеобразных условиях подземелья протей полностью утратили способность стать взрослой формой. Какая она была в свое время, мы вовсе не знаем. Здесь неотения прочно закрепилась в наследственность.

Часто спешат размножаться и растения. В ботаническом саду на острове Тринидад неожиданно зацвел проросток красного дерева высотой всего 25 сантиметров. Иногда начинают вдруг плодоносить совсем юные сеянцы клена, груши, яблони, бузины, вишни и других деревьев. Обычно это происходит не от хорошей жизни. И.Т. Васильченко обнаружил в Намангане пень грецкого ореха с однолетним побегом, который плодоносил. Полученные семена были посеяны, первый урожай получили в год посева. Есть и такие растения, которые, как протей, плодоносят в стадии, которая «считалась» когда-то зародышевой, а теперь стала обычной, взрослой. Пример – обычная ряска, затягивающая сплошным

³ Джон Гершель – известный английский астроном и философ естествознания, старший современник Ч. Дарвина. (Ред.)



Рис. 1. Амблистома (аксолотль): а — мексиканский аксолотль, несмотря на взрослый возраст и достижение половой зрелости сохраняющий жабры, уплощенный хвост и кожу, характерные для личинки; б — нормальная наземная форма мексиканского аксолотля, получающаяся в результате метаморфоза, вызванного введением неотенической форме (а) вещества тирозина (по Р. Рэффу и Т. Кофмену)

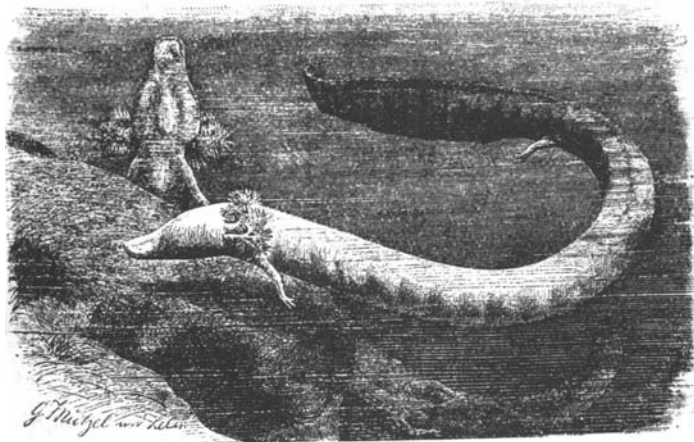


Рис. 2. Протей (по А. Брэму)

ковром поверхность озер и прудов. Она удивительно похожа на чуть проросшее семя водного тропического растения *Pistia*.

Неотенические чудеса известны уже давно. Их значение оценили еще Ч. Дарвин и Дж. Гукер⁴, но лишь значительно позже исследователи по настоящему поняли, что они могут объяснить многие загадки эволюции.

Мы уже говорили, что узкая специализация организма – палка о двух концах. Сегодня она дает максимальные преимущества, а завтра может оказаться не только бесполезной, но и просто вредной. При смене условий жизни с «узкими специалистами» получается то же, что и с черноморским мастером по крахмальным воротничкам Карлом Павиайненом из «Золотого теленка». Но как человек не родится монтером или филологом, так и организм получает свою узкую, окончательную «специальность» лишь после полного завершения своего развития. Образ жизни проростка и развитого дерева, личинки и взрослого животного часто сильно различаются. Вспомним хотя бы головастика и лягушку. Здесь-то и заложены преимущества тех, кто, попав в неблагоприятные условия, может пойти по пути неотении. У них всегда есть резервный путь для отступления.

Предполагают, что непосредственной причиной, заставившей амблистому прибегнуть к неотении, послужило уничтожение человеком лесов в Мексике. Уменьшилась подходящая для обитания взрослой амблистомы территория. Усилилась эрозия почв, возросла крутизна берегов, и личинкам стало трудно выходить на сушу. В этих условиях некоторые амблистомы были вынуждены оставаться аксолотлями, избегая негостеприимной теперь суши. Будущее амблистомы теперь обеспечено даже в том случае, если мексиканцы вовсе сведут леса вдоль рек. Половозрелые личинки, не обремененные привычками и потребностями взрослых форм, продолжают существование рода в воде.

Но если неотения сулит такие преимущества, то почему ею не пользуются все живые существа, когда им становится лихо? В полной мере на этот вопрос сейчас невозможно ответить хотя бы потому, что мы не знаем, насколько широко распространена неотения в природе. Но некоторые предположения можно высказать.

О МОЗАИЧНЫХ И «ЦЕЛЬНЫХ» НАТУРАХ

В эволюции живых существ заметны две противоположные, но дополняющие друг друга тенденции. Чем прогрессивнее организм, тем глубже идет у него разделение обязанностей между органами, каждый из них отвечает только за порученное ему дело. Универсальные органы – признак примитивности. Так, у дождевого червя вся система пищеварения – сплошная кишка. Она сама себе и пищевод, и желудок, и поджелудочная

⁴ Джозеф Дальтон Гукер, (Joseph Dalton Hooker, 1817–1911) – выдающийся английский ботаник, друг Ч. Дарвина. (Ред.)

железа. Все эти дополнения появляются лишь у животных, значительно более высоко организованных.

Всякая специализация органов, естественно, немыслима без кооперирования, без тесной связи. Вот аналогия: за обедом вполне можно обойтись без современной сервировки, зубы и руки успешно заменяли нашим предкам и ложку, и вилку, и нож. Но вот вошла в обиход ложка. Инструмент удобный, но не универсальный. Кусок мяса из горшка удобнее вытащить вилкой.

Столовый прибор усложнился, давать одну и ту же ложку для каши и черной икры стало явно нецелесообразно. Этот процесс бесконечен.

В сложно построенном организме все органы тесно взаимодействуют и узко специализированы. Но мера взаимодействия, а следовательно, цельности организма, может быть неодинаковой. Нас сейчас, разумеется, интересуют не все связи между органами, а только те, которые имеют отношение к размножению. Встречаются исключительно «цельные» натуры, но иногда бывает так, что органы чувствуют себя довольно независимо. Особенно это относится к растениям. Отрезанная от ствола ветка в банке с водой цветет и плодоносит. Больше того, аккуратно отсеченная и помещенная на питательную среду самая верхушечная часть растущего стебля может вырасти в руках хорошего экспериментатора в целое растение.

Такие «сборно-разборные» организмы называют мозаичными. Им, понятно, легче идти по пути неотении: многие органы легко останавливаются в развитии, и все силы направляются на воспроизведение потомства. «Цельным» организмам приходится труднее, но и им удается как будто приостанавливать иногда развитие отдельных органов.

СПАСИБО НЕОТЕНИИ

Трудно представить себе жизнь человечества без покрытосеменных (цветковых) растений. Достаточно сказать, что это почти все наши культурные растения.

Происхождение покрытосеменных до сих пор окутано тайной. В палеонтологической летописи они – уже разнообразные и высокоразвитые – появляются внезапно. За несколько миллионов лет (для геологов такое время – пустяк) покрытосеменные завоевали сушу, оттесняя на второй план все другие группы растений. Их самым мощным оружием в борьбе за жизнь был цветок, но решающую роль сыграли не пленительные краски венчика, а строение завязи. У покрытосеменных зачатки будущих семян надежно укрыты в сросшихся покровах (плодолистиках). Как, когда и почему возникла эта надежная система – предмет долголетних споров ботаников и палеоботаников. Возможными предками покрытосеменных называли чуть ли не все основные группы растений (исхо-

дили, разумеется, из сходства взрослых форм), палеоботанические документы по этому вопросу не сообщают ничего определенного.

Неожиданное и остроумное решение проблемы предложил советский ботаник А.Л. Тахтаджян. Он рассуждал примерно так. У предков покрытосеменных семена были разбросаны по листу. Сидя в еще не распустившихся почках, такие «семяносные» листья должны быть сложенными. Представим себе теперь, что лист остается сложенным, а спрятанные внутри зачатки семян продолжают развиваться. В результате получится орган, который иначе как плодолистиком не назовешь. Анализ цветка современных покрытосеменных показывает, что именно так оно и было. Иными словами, плодолистики – эта важнейшая особенность и «главный козырь» покрытосеменных – «неотенического» происхождения.

Свое победное шествие по планете покрытосеменные начали будучи деревьями. Не случайно самые древние среди них, например, магнелии – всегда древовидные. По общему мнению ботаников, травы появились на Земле позже. Травянистые, особенно однолетние растения имеют перед деревьями серьезные преимущества. У них короткий жизненный цикл, раннее созревание. Прижатые к земле, они легче переносят холод, в суровую зиму им легче спрятаться под снегом. У трав быстро чередуются поколения. Это тоже выгодная особенность – она позволяет им быстрее изменяться, приспосабливаться, а затем распространяться по поверхности планеты. Только травы смогли заселить высокогорья, пустыни и полярные страны. Деревьям туда проникать не удается. Что же такое трава, чем она отличается от деревьев?

Проследим развитие дерева. Вот семя прорастает, и образуется небольшое растение, которое называется *проростком*. В отличие от животных развитие растений идет путем наслаивания все новых и новых слоев клеток, которые перекрывают, но не замещают ткани проростка. Сам проросток в сущности почти не отличается от травы. Главная разница – в его будущем и в том, что он не может плодоносить. Кажется, вывод уже напрашивается сам собой. Проросток, притормозивший развитие всех органов, кроме цветов, вполне может рассматриваться как трава. А трава – как «бывшее» недоразвитое дерево! Иными словами: путь от деревьев к травам лежал через растянутую юность, через неотение.

Эта мысль, сейчас вполне естественная, а когда-то довольно неожиданная, также принадлежит А.Л. Тахтаджиану. Казалось бы, не столь значительный факт, упомянутый в начале статьи: на острове Тринидад раньше срока зацвело дерево. Но такие – как будто тривиальные – факты постепенно накапливались. А за ними выявилась закономерность.

ПРОБЕЛ – ТОЖЕ ФАКТ

Даже приведенных фактов и соображений достаточно, чтобы считать неотению важным биологическим явлением. Об этом косвенно говорит

и палеонтология. Только здесь важны не какие-нибудь новые находки, достоверные палеонтологические документы, а наоборот, их отсутствие! Мы уже говорили, что современное филогенетическое древо органического мира больше напоминает кучу нарубленных веток. Отсутствие связи между ветвями обычно приписывают «неполноте палеонтологической летописи». Этот прием наш крупнейший геолог и палеоботаник А.Н. Криштофович охарактеризовал как «прятанье концов в воду», дескать, на нет и суда нет.

Конечно, нельзя все перерывы в сплошных эволюционных рядах связывать с неотенией, но неверно и недооценивать ее. В самом деле, представим себе, что амблистомы окончательно лишатся (наподобие протей) возможности вылезать на сушу и здесь завершать свое развитие. Продолжение рода, а следовательно и эволюции, возьмут на себя аксолотли. Внешне они слишком сильно отличаются от амблистомы, чтобы палеонтолог будущего, лишенный возможности видеть последовательное превращение, отнес их к одному виду. Мало сказать «виду». Скорее всего, они попадут в разные семейства. Аксолотли, при их кажущейся простоте, несут в себе большой генетический заряд, который когда-то определял и внешность, и образ жизни амблистомы. И вот «генетически подкованный» аксолотль начинает новую эволюционную линию. Если окажутся подходящими условия, он быстро преуспеет в отделении новых рас, затем видов, родов и т.д. Палеонтолог будущего соберет пусть даже все эти новые веточки филогенетического древа и уверенно пойдет вниз по направлению к корням, дойдет до аксолотля и станет в тупик, жалуясь на «неполноту палеонтологической летописи». Разве придет сразу в голову, что эволюция здесь сделала перекидку, как заяц, путающий след? В наследственном фонде аксолотля законсервированы многие признаки взрослой амблистомы, и они вполне могут проявиться у его потомков параллельно и независимо. Это еще больше приведет в недоумение несчастного палеонтолога.

* * *

В неотении еще много загадочного. Нам неизвестны конкретные генетические механизмы, вызывающие у живых существ продленную молодость. Можно лишь строить догадки об истинных масштабах этого явления. И все же ясно: неотения – один из важнейших, а потому и интереснейших приемов, к которым прибегает органический мир в своем эволюционном развитии. Но даже если все это не так, неотения дает нам отличные рабочие гипотезы, позволяющие максимально правдоподобно объяснить загадки, которые долго казались почти неразрешимыми.

ЗАКОН? ЕСТЬ ЗАКОН?¹

Тли – существа беззащитные. Это маленькие комочки жизни, чьим единственным оружием в борьбе за место под солнцем служит плодовитость. Зато уж по этой части у них все организовано на самом высшем уровне. Новорожденная тля становится взрослой всего за десять дней, а как только она становится взрослой, ничто не мешает ей дать новое потомство: летом тли размножаются без спаривания – партеногенетически. От весны до осени вы среди них не отыщете самцов. Поколение за поколением рождаются лишь «амазонки».

Весной из перезимовавших яиц вылупляются самки – основательницы будущего рода, точнее, клона – так в науке именуют многочисленное потомство одной партеногенетической самки. В благоприятных условиях каждая самка может родить до сотни детенышей. Это вроде бы немного, но если бы все потомки, весь клон самки-основательницы выжил, осенью он весил бы больше человеческого населения Земли. Потому-то это племя так живуче, несмотря на редкую неприспособленность ко всяким невзгодам своих индивидуумов.

Многие виды тлей из рода *Dysaphis* начинают ежесетный ритуал смены поколений на яблоне. Ритуал этот чрезвычайно сложен. Природа записала в генетической программе тлей специальную задачу едва ли не каждому из поколений.

Первое из них вырастает, питаясь весенними соками яблони. Пробивая хоботками молодые листочки, тли вводят в них ферменты – «пускают слюны», и лист начинает расти не по-прежнему, а по навязанным ему тлями «указаниям», вырабатывая нужный им ассортимент «товаров».

Ближе к лету яблоневые соки тлей уже не устраивают, к тому же их хоботки с трудом пробивают огрубевшие листья. Поиски нового дома – задача следующего поколения, посему оно рождается крылатым и при этом появляется на свет уже почти «в готовом виде» – никаких яиц не кладется: время дорого, за лето нужно «обернуться» полтора десятилетия поколений.

Крылатые дочери основательниц перелетают с деревьев на травянистые растения, здесь тли обосновываются до осени. Виды, у ко-

¹ «Знание–сила». 1974. № 9. С. 8-9. Статья С.В.Мейена задумывалась как комментарий эволюциониста, тяготеющего к номогенезу, на результаты известных экспериментов ленинградского энтомолога Г.Х.Шапошникова. Суть последних была изложена в статье Т.Чеховской «Незаконные детишки тли из рода *Dysaphis*», предварявшей статью Мейена. Поскольку по смыслу и терминологически статья Сергея Викторовича является как бы продолжением указанной статьи Чеховской, мы сочли целесообразным поместить в качестве введения существенную часть последней. Текст Т.Чеховской выделен курсивом. (Ред.)

торых заведено такое правило, называют двудомными. Обычай смены дома – итог долгих стараний природы получить приспособить насекомых к сезонным перипетиям.

Новый дом, как и старый, – вовсе не что попадетсЯ. Каждый вид имеет «свое» растение. Оказывается, по большей части эти паразиты разборчивы в пищу. Они, в буквальном смысле, скорее умрут, чем станут есть что-нибудь непривычное. Иначе говоря, они одноядные; лишь немногие виды тлей всеядны.

Два вида, выбранные Г.Х.Шапошниковым для эксперимента, перелетают с яблони на зонтичные под названием купырь и бутень. Полатыни, без которой никак не обойтись, купырь называется *Antriskus*, а бутень – это два вида: *Herophyllum bulbosum* и *Herophyllum makulatum*.

Прилетевшее поколение рождает вновь бескрылое потомство: перелетать больше нигде не надо, единственная задача выжить. Теперь до осени образ жизни и внешние приметы представительниц рода *Dysaphis* остаются неизменными, но осенью они опять получают сигнал. Им служит похолодание и укорочение дня. Очередные мамы родят крылатых дочерей, те возвращаются на яблоню и там воспроизводят наконец омфигомных самок – то есть таких, которые сами по себе уже не рожают никого. К нужному сроку на вторичном хозяине родятся и крылатые самцы, что перелетают на яблоню для спаривания. Последние из мамаш откладывают в коре дерева оплодотворенные яички, которым предстоит зимовать.

Вот такая картина.

Задача Г.Х.Шапошникова была проста: узнать, как же адаптируются эти привереды к новой пище, если их лишить привычной. Ведь адаптировались же они как-то к новым растениям в прошлом. И 100 млн. лет назад, когда приспособливались к завладевшим сушей покрытосемянным растениям, и сравнительно недавно, когда осваивали новых хозяев, переселяясь на них с яблони. Надо было узнать, что происходит с тлями при этом,

В этом «что происходит» и состоял, собственно, конечный замысел опыта. Потому что тли не едят ничего непривычного не из склонности к консерватизму, а потому, что у них так устроены соответствующие органы. Морфологически – по своему устройству – и биохимически тли строго нацелены только на определенный сорт пищи. Следовательно, если они выживут на чужом растении, с ними неизбежно что-то случится, они должны стать иными. А какими?

Результат превзошел все ожидания. Было проведено много предварительных опытов и, наконец, был заложен основной. Его главным участником был тот вид, вторым домом которого служит купырь. (У него длинное латинское название, в которое входит слово «майка», для упрощения мы и будем его так называть.) На яблоне для самки-основательницы был устроен персональный родильный дом, куда посторонним вход был строго запрещен. Всех ее многочисленных крыла-

тых дочерей разделили на три группы. Первой группе повезло: она попала в свой собственный дом — на купырь, где и прожила 50 поколений без всяких хлопот. Эти тли служили контролем. Второй группе тлей их новая квартира, *Herophyllum takulatum*, стала кладбищем: все тли перемерли.

Трудная судьба досталась и третьей группе тлей, поселенных на *Herophyllum bulbosum*. Трудная и, как это часто бывает, счастливая.

Переселенцы на *bulbosum*, хотя ряды их и сильно поредели, не вымерли до конца. Часть даже произвела на свет потомство. Вот это потомство и вызвало особый интерес исследователя.

Работа шла предельно скрупулезно. В скрупулезности был залог и того, что тли выживут, и чистоты опыта, и его статистической достоверности.

Приняв очередные «роды», Г.Х.Шапошников несколько особей из каждого поколения от выживших к этому времени подопытных переселял на их исконного хозяина — купырь. Здесь тли первых бульбозных поколений чувствовали себя как дома, а последующих — все хуже и хуже. Другую часть бульбозных тлей каждого поколения он пересаживал на *Herophyllum takulatum*, но здесь они вплоть до 8-го поколения гибли. Часть же тлей оставалась на *Herophyllum bulbosum* — их-то и ждала необычная судьба. Было сделано множество интересных попутных наблюдений, но главный итог был подведен в следующем году, когда окончился опыт. «Вещественное доказательство» его успешности и сидело на стекле под микроскопом. Это была бывшая майкопика, которая теперь больше походила на аборигенов бутеня, херофиллин, чем на кровных родственников.

...Уже в восьмом поколении они полностью потеряли наследственную «память». На фамильном *Antriskus* с восьмого — одиннадцатого поколения выживать не смогли, зато смогли примириться с новым переселением с *bulbosum* на *takulatum*, где ужились и стали давать потомство.

Очень интересно было, утверждает Георгий Христофорович, наблюдать за диалектикой этого процесса. Сначала, в первых пересаженных поколениях, увеличилась изменчивость, шел усиленный естественный отбор, потом наступил второй этап, когда накопившиеся изменения составили новое качество.

В чем же оно оказалось новым? Очень во многом. Отнюдь не только в том, что образовавшаяся форма не могла больше кормиться на прежнем хозяине, куда ее подсаживали для контроля. Кстати, почему не могла?

А потому, что у нее был теперь иной хоботок! Иными стали, вероятно, пищеварительные ферменты и другие адаптивные (приспособительные) и даже некоторые неадаптивные признаки. Не стоит их перечислять, это мельчайшие детали: трубочки, волоски, бугорки, пятна на спинке. Стоит, однако, подчеркнуть вывод Г.Х.Шапошникова о том, что по совокупности примет, как и по образу жизни, то есть по признакам и морфологическим, и экологическим, новички в значительной мере уподобились виду херофиллина, живущему исконно на

makulatum. Поскольку параллельно с майкопикой воспитывалась и херофиллина, можно точно указать, в каких поколениях и какие именно признаки настолько сблизились (конвергировали), что перестали статистически достоверно различаться.

Новая форма на *Herophyllum makulatum* прожила вплоть до 47-го поколения, когда опыт был прекращен, и размножалась так же успешно, как и херофиллина, испокон веков живущая на этом растении.

Но этого мало. Осенью, когда родились самцы, выяснилось, что новая форма практически полностью потеряла способность производить детей со своими родными предками майкопиками. Зато она дала гибридное потомство с херофиллинами, с которыми майкопика не скрещивается. Гибриды благополучно прожили шесть поколений и, размножаясь партеногенетически, могли бы, конечно, жить сколь угодно долго. Казалось бы, все в порядке. Но выяснилось, что гибриды по одному из признаков, что называется, ни в мать, ни в отца. И даже не в соседей. Они стали отличаться от всех близких видов рода *Dysaphis*. Есть основания полагать, что осенью они не смогли бы дать полноценных самцов или самок, как это наблюдалось в опытах с другими гибридами тлей.

Все это говорит о серьезнейшей перестройке, о совершившейся генетической революции. Тли, одолевшие новые условия, от майкопик ушли и к херофиллинам не пришли, что свидетельствует о необратимости процесса эволюции. Они превратились в новую форму видового ранга. Почему именно видового? Одним из основных критериев вида современная наука считает его неспособность скрещиваться с другими видами. А новая форма как раз не в состоянии скрещиваться со своей предковой формой – майкопикой, а с херофиллиной дает не вполне нормальных гибридов. Вместе с тем, чтобы заслужить звание вида, как не раз подчеркивал Шапошников, «незаконным деткам» нужно было бы еще завоевать свое место в природе. А это зависит не только от способностей тлей, но и от стечения многих других благоприятных условий.

Пока остается не ясным генетический механизм столь быстрых преобразований. Итальянский генетик Дж.Коньетти быстрое увеличение изменчивости внутри клонов тлей объясняет эндомейозом. Едва ли стоит углубляться в суть этого явления. Важно лишь подчеркнуть, что эндомейоз способствует выщеплению рецессивных мутаций и тем самым открывает двери в генетические запасники. Закон гомологической изменчивости Н.И.Вавилова гласит, что близкие виды благодаря сходству генотипов обладают сходной потенциальной наследственной изменчивостью. Таким образом, за счет генетических резервов обеспечивается увеличение разнообразия особей. Среди потомков майкопик попадались и такие, которые сделали шаг в сторону херофиллины. Вот их-то и сохранял и накапливал естественный отбор.

Это вполне вероятное, но не единственное объяснение. Не исключено, что приспособление к новой пище вызвало глубокие изменения внутренней биохимической среды, в частности в половых путях самок.

Отсюда нескрещиваемость новой формы с майкопикой и способность давать гибриды с херофиллиной.

Опыты позволили Г.Х.Шапошникову сделать три главных вывода.

Первый: попав в новые условия, резко отличные от прежних, благодаря усиленной изменчивости и естественному отбору, «представители» вида могут резко эволюционировать, и тогда за короткий срок образуется новая форма, не скрещивающаяся с исходной.

Приспособление к новым условиям может привести и к уподоблению ранее различавшихся форм. При этом утрата нескрещиваемости и сходный образ жизни открывают путь к слиянию ранее изолированных популяций.

Эволюционные преобразования, причем очень быстрые, возможны внутри клона, т.е. в потомстве одной особи, размножающейся без участия самцов.

Все три вывода основаны на достоверных фактах. Но все они так или иначе нарушают стройность привычных в наше время концепций. Это, конечно, минус, но для кого — для фактов или для концепций? А, вместе с тем, выводы Шапошникова помогают понять многочисленные случаи быстрого появления форм, устойчивых к ядам, в том числе возникших при партеногенезе. Палеонтологи же привлекают выводы ученого для объяснения резкого увеличения темпов эволюции, например, в меловом периоде.

Опыты с тлями заставили Г.Х.Шапошникова более внимательно и придирчиво отнестись к распространенным концепциям вида и эволюции. Оказалось, что не только случаи с «незаконными детками», но и многие другие факты не укладываются в рамки привычных теоретических построений. И Шапошников занялся их ревизией. Надо сказать, что в этом деле он не одинок. Дискуссия продолжается.

Т. Чеховская

Первое впечатление, которое, в свое время произвели на меня статьи Г.Х.Шапошникова², можно передать словами Реми Шовена: «В грудах научных трудов, которые перебирает исследователь, если он хочет быть в курсе последних достижений своей науки, не часто встречаются статьи, способные вывести вас из блаженного состояния “читательской дремоты”. Просматривая отдельные работы, чаще всего убеждаешься в том, как много в них скуки и как мало гениальности. Сколько объемистых сочинений можно вполне удовлетворительно изложить в нескольких строках! И как редки те другие, иногда занимающие совсем немного страниц, но зато с первых же строк заставляющие вас встряхнуться и забыть о сне!» Читая статьи Шапошникова, я думал, что эпиграфом можно было бы взять шуточный афоризм из несуществующей книги

² Шапошников Г.Х. Морфологическая дивергенция и конвергенция в эксперименте с тлями (Homoptera, Aphidenea) // Энтомолог. обозр. 1965. Т. 44, № 1. С. 3-25; Шапошников Г.Х. Возникновение и утрата репродуктивной изоляции как критерий вида // Энтомолог. обозр. 1966. Т. 45, № 1. С. 3-35.



Август Вейсман

«Бу»: «Правила всегда скучны, интересными бывают только исключения».

Наверное, многие восприняли полученные Шапошниковым результаты как некое исключение. Впрочем, сразу встает вопрос: а что такое в науке исключение? Представим, что физик докладывает об установленном законе, но оговаривается, что есть, дескать, у закона и исключения. Увы, закон с исключениями — уже не закон. Значит, не предусмотрено что-то важное. В лучшем случае это эмпирическое обобщение. Опыты Шапошникова как раз и знакомят с досадным исключением, которое, возможно, переводит в разряд неполного обобщения основополагающий пункт современной эволюционной теории — положение о полном отсутствии соматической индукции.

Некоторые читатели наверняка споткнулись на термине «соматическая индукция». Спешу пояснить, что с его помощью несколько стыдливо, во избежание насмешек, то есть «для солидности», означают пресловутое «наследование приобретенных признаков». Предвижу недоуменные, и даже возмущенные возгласы: «Вот нашелся еще один защитник покойного жоффруизма! Неужели они еще не перевелись?» Это возмущение можно понять. Гипотеза наследования приобретенных признаков была чуть ли не общепринятой во времена Дарвина. Потом, в значительной мере благодаря исследованиям А. Вейсмана³, она пошатнулась и дальше ее популярность стремительно пошла на убыль. Попытка реабилитации этой гипотезы в нашей стране связана с трудными для отечественной биологии временами. Может быть, именно поэтому спор о наследовании приобретенных признаков неизбежно принимает эмоциональную окраску.

И все же я заранее прошу не спешить с отрицательными эмоциями в отношении всего, что написано дальше. Ведь от признания соматической индукции до жоффруизма — теории, ставящей во главу угла эволюции прямое влияние среды и наследование приобретенных признаков, слишком далеко. Пока я хочу сказать только одно: опыты Шапошникова позволяют, пусть чуть-чуть, поставить под сомнение следующее, на-

³ Примечание об Августе Вейсмане см. на с. 333 данного издания. (Ред.)

пример, высказывание, подобных которому в литературе можно найти множество:

«...итогом многолетней дискуссии явилось установление закона ненаследования приобретенных признаков. Нужно ли будет еще когда-нибудь писать книгу, посвященную проблеме наследования приобретенных признаков? Думается, что нет. Все уже сказано, все ясно. История науки, как и органическая эволюция необратима!» Эти слова написаны через несколько лет после публикации статей Шапошникова.

Любопытно, что противники соматической индукции не оспаривали опытов Шапошникова и, как правило, даже не упоминали о них. Этому могут быть следующие объяснения. Выводы Шапошникова или недостоверны, или тривиальны. Правда, возможен иной случай, подобный заключению, которое описали в юмористическом рассказе «Машинка» братья Тривзоровы: а) вышеназванный феномен не подпадает под существующие теории, б) вследствие этого считать феномен несуществующим». Первое предположение отпадает сразу. Эксперименты Шапошникова были поставлены по всей строгости научных законов. Все тщательнейшим образом документировалось и скрупулезно обрабатывалось. Показательно, что статьями Г.Х. Шапошникова открывались номера авторитетнейшего энтомологического издания «Энтомологическое обозрение»⁴. Результаты докладывались на международном энтомологическом конгрессе и были благосклонно приняты.

Существенно второе возражение о тривиальности опытов. Попыток изменить наследственность кормлением действительно было немало. Порой результаты казались удачными. Огромный материал об изменении животных и растений в условиях одомашнивания обобщил Дарвин. Известно, что многие дикие растения, высаженные на грядки, сильно изменяются в первом же поколении. Но известно также, что одичавшие животные и растения сплошь и рядом утрачивают все благоприобретенное в культуре. И эти факты подробно рассматривал Дарвин. Для таких пусть значительных, но временных изменений было введено понятие «длительная модификация». Под него и подводили изменения, вызванные прямым внешним влиянием, подчеркивая важный момент: длительные модификации не нарушают способность организмов к скрещиванию с родоначальной формой. Разумно заключить, что от подобных модификаций еще слишком далеко до настоящего видообразования. Наконец, появление некоторых новых свойств всегда можно было хотя бы предположительно отнести за счет расщепления гетерозигот.

К сожалению, результаты Шапошникова с трудом поддаются такого рода объяснениям. Прежде всего, переселенцы с антриска на бульбозум не смогли вернуться к прежней пище. Произошла необратимая реакция.

⁴ Шапошников Г.Х. Морфологическая дивергенция и конвергенция в эксперименте с тлями (Homoptera, Aphidenea) // Энтомол. обозр. 1965. Т. 44, № 1. С. 3-25; Шапошников Г.Х. Возникновение и утрата репродуктивной изоляции как критерий вида // Энтомол. обозр. 1966. Т. 45, № 1. С. 3-35.

Во-вторых, эти переселенцы давали полноценное потомство с аборигенами и, наоборот, утратили скрещиваемость с исходной формой. Наконец, все изменения протекали на однородном, без участия скрещивания, генетическом фоне — ведь тли размножались партеногенетически. О традиционном механизме расщепления гетерозигот говорить рискованно.

Вроде бы все ясно. Недостаточное внимание к опытам Шапошникова, по моему мнению, связано с третьим обстоятельством — не подпадает, дескать, феномен под теорию. Значит, долой ее. Соматическая индукция существует? Сам Шапошников не сделал этого вывода. Но это могли сделать другие.

Ведь полученные Шапошниковым факты ничем не хуже тех, которые обычно воспринимают как «окончательное доказательство». Все же, наученные горьким опытом несостоявшихся сенсаций, не будем принимать интересный факт за твердо установленный закон. Ведь многие опыты, подобные поставленным с тлями, оказывались неудачными и вроде бы свидетельствовали о противоположном.

Но не будем забывать и о не менее горьком опыте неоцененных во время фактов и обобщений. А таким опытом, увы, богата биологическая наука. Главное, что мы вынесли из него: нам не дано раз и навсегда делить факты на главные и второстепенные («исключения»), а обобщения — на абсолютно истинные и совершенно ложные. Хотя свести всю эволюцию к взаимодействию единичных и лучше всего изученных факторов очень заманчиво, но в подобных попытках мы всегда рискуем принять необходимое за достаточное.

Реальность таких общепризнанных пусковых механизмов эволюции, как популяционные волны, мутационный процесс, изоляция и направленный (векторизованный) отбор, наверное, не должна вызывать сомнения. Однако из этого не следует, что нет и не может быть других факторов эволюции. Привилегированное положение этой четверки может быть связано всего лишь с тем, что эти факторы легче обнаружить. Стали привычными представления, что на нитях ДНК, как на магнитоленте, записаны наследственные свойства организмов. Немало известно и о том, в каком участке хромосомы какой именно признак закодирован. Хотелось бы считать задачу принципиально решенной. Но может быть, придется допустить в теоретическую биологию представление о хотя бы *ограниченной роли* соматической индукции.

Слова «ограниченной роли» в последней фразе выделены не случайно. Биология накопила слишком много фактов, свидетельствующих о ненаследовании подавляющего большинства изменений, которые вызывает среда в развивающемся организме. Ненаследование приобретенных признаков А. Вейсман в свое время доказывал несколько анекдотическим способом: он рубил хвосты у мышей во многих поколениях, и эта операция никак не сказалась на длине хвостов. Вейсман был убежден, что наследственные свойства организмов определяются специальными детерминантами, полный набор которых встречается лишь в по-

ловых клетках, в зародышевой или наследственной плазме. Все остальные клетки особи составляют «сому», которая охраняет наследственную плазму от внешних воздействий.

В современных курсах генетики и теории эволюции представления Вейсмана основательно критикуются. Подчеркивается, что «наследственная плазма» не изолирована от внешних воздействий. В последние десятилетия было получено огромное количество данных об изменении наследственных свойств организмов различными излучениями, температурными и химическими воздействиями. Можно было предполагать, что эти внешние агенты непосредственно нарушают наследственный код. Однако более детальные исследования показали, что хотя бы в некоторых случаях это не так. В частности, показано, что многие химические вещества сами по себе не вызывают мутаций, но открывают путь мутациям, возникающим под действием некоторых продуктов метаболизма (жизнедеятельности). Обычно такие мутации предупреждаются специальными веществами – антимутагенами. Защитное действие антимутагенов и приостанавливается химическим вмешательством. В последние годы появляется все больше работ о действии ферментов, следящих за сохранностью нити ДНК и занимающихся ее восстановлением (репарацией) при нарушениях.

Уже тот факт, что продукты метаболизма могут вызывать мутации, разрушает представление, что игра между наследственным кодом и самим организмом всегда идет в одни ворота. В том, что химические и другие мутагены оказывают на наследственный аппарат не только прямое, но и косвенное, опосредованное метаболизмом действие, сейчас мало кто сомневается. Почему же это явление нельзя рассматривать как соматическую индукцию, понимаемую, конечно, совершенно иначе, чем во времена Дарвина. Предвижу возражение: «Зачем же тогда возрождать понятие соматической индукции, если его трактовка меняется?» На этот вопрос можно ответить так. Представления об изменчивости, наследственности и естественном отборе со времен Дарвина изменилось не меньше, и все же мы не отказываемся от этих понятий. Так же обстоит дело и с соматической индукцией. Речь более не идет и том, что некое животное съело что-то неподходящее, от этого облысело, а далее и его детишки стали рождаться лысыми. Речь идет о другом. Наследственный код и сома – это не командир и его автоматически действующие подчиненные, а регуляторная система с определенными обратными связями.

В современных учебниках генетики много говорится об экспериментальных мутациях, вызываемых химическими веществами. Меньше говорится о мутациях под воздействием продуктов естественного метаболизма. О таких наследственных изменениях мы и знаем намного меньше, но все же что-то знаем. Намечается следующая логическая связь. Продукты метаболизма как-то влияют на генетический код. Тогда изменение этих продуктов должно вести к изменению таких влияний, а значит, и к перестройке, пусть незначительной, самого кода. Почему же

не назвать такое изменение «соматической индукцией» и почему бы не предположить, хотя бы в виде рабочей гипотезы, что опыты Шапошникова знакомят нас как раз с таким явлением.

И еще одно важное обстоятельство. Если сейчас неплохо изучены способы кодирования наследственных свойств, то о путях, связывающих код с конкретными фенотипическими признаками (особенно морфологическими), известно гораздо меньше. Пока дело обстоит так, приходится быть осмотрительными в суждениях о том, что может быть, а чего не может быть в наследственности. Ведь наследственность – это не только код, но и считывающий механизм. Работа этого механизма известна достаточно сносно лишь у низших организмов – вирусов, бактерий. Распространяя полученные сведения на высшие организмы, мы не столько доказываем единство генетических механизмов живого мира, сколько постулируем его.

То, что работы Шапошникова дают эволюционистам обильную пищу для размышлений, наверное, нет нужды пояснять.

Очевидно, нет нужды пояснять и то, что, говоря об обратной связи между наследственным кодом и метаболизмом, автор вовсе не защищает идею прямого приспособления наследственности организмов, адекватного изменившимся условиям среды. Пресловутая идея наследования приобретенных, то есть адекватных изменениям среды признаков (вроде появления длинного носа у слоненка в сказке Кипплинга), так же не симпатична автору, как и большинству читателей.

Подведем итог. Головоломку о связях между организмом и его наследственным аппаратом не приходится считать окончательно решенной, что неудивительно. Скорее можно недоумевать, когда известные специалисты, признанные эрудиты слишком увлекаются сегодняшними достижениями. Ведь живой организм еще долго, а более вероятно, что и всегда, будет для своих исследователей «черным ящиком». Открыть его, не повредив, нельзя. Приходится судить о важнейших сторонах его механизма, только сопоставляя сигналы «на входе» и «на выходе». Такие сопоставления дают немало, но при этом принципиально невозможно утверждать, что мы смогли предусмотреть решительно все теоретически мыслимые связи входящих и выходных сигналов со структурами, притаившимися в «ящике».

Г.Х. Шапошников, в общем-то, познакомил нас с наблюдениями как раз над таким «ящиком». Возможно, он правильно истолковал свои наблюдения, а может быть, правы те, кто увидел здесь явное доказательство соматической индукции. Я умышленно не хочу говорить, что история рассудит, кто прав, а кто нет. История, самое большее, покажет, чья точка зрения более, а чья менее вероятна. Окончательных побед, как и окончательных поражений, в подобных вопросах не бывает. Это – крест, который принуждена нести биология. Это и её благо, иначе она давно перестала бы быть увлекательной областью познания.

КОРОВА И СЕНО. К ОБЩЕМУ ПРЕДКУ (СТАТИЧЕСКАЯ ГИМНАСТИКА ДЛЯ УМА)¹

Я обошел своих приятелей, имеющих какое-либо отношение к биологии и палеонтологии, и провел небольшой опрос на тему: «Какие были, по-моему, те прапрасущества, от которых пошли и животные, и растения?»

Как и ожидалось, ответ был примерно одинаковым: что-то очень простое, вроде вирусов, может быть, какие-нибудь одноклеточные существа. У них, как у эвглены зеленой из школьного учебника биологии, были черты животных и растений.

Я не говорил, почему меня занимает этот вопрос, так как сам этого не знал. Просто бывают такие вопросы – их называют проклятыми вопросами науки, на которые, вероятно, никогда не будет окончательного ответа. Но от этого они не менее интересны. К тому же, если бы ученые всегда задавали себе только заведомо разрешимые вопросы, наука быстро выродилась бы.

Вечные вопросы будят мысль. Это своего рода гимнастика для ума. Ведь и современные культуристы не столько бегают и прыгают, сколько пытаются отодвинуть каменную стену или раздвинуть стойки дверей.

Когда эта аналогия пришла мне в голову, колебания закончились, и я с чистой совестью не только занялся этой своего рода статической гимнастикой для ума, но и решил привлечь к ней тех читателей, которым подобные упражнения по душе.

Встанем у каменной стенки «проклятого» вопроса и попробуем на нее давить. Вот только с какой стороны?

Научный этикет и просто здравый смысл заставляют сначала покопаться в литературе. Мнения исследователей, как и моих приятелей, оказались довольно однообразными и не слишком конкретными. На филогенетических древах рисуются две крупные ветки. Одна из них – животный мир. Она начинается с простейших одноклеточных организмов. От них пошли губки, затем кишечнополостные, эти дали других животных. Ветвь растительного мира начинается с водорослей и грибов. В начале ее также стоят самые простые одноклеточные существа. У места расхождения обеих ветвей обычно помещают что-то совсем примитивное. Это организмы, у которых, может быть, даже еще не было клеточного ядра, поэтому их называют предъядерными. Такие организмы живут и сейчас. Это бактерии и синезеленые водоросли. Их древнейшим собратьям, давшим начало растениям и животным, присваивались различные названия, самое распространенное из которых – «протисты».

¹ «Знание–сила». 1970. № 2/3. С. 25–28.

ТАК НАПИСАНО В УЧЕБНИКАХ

Правда, учебники писали не боги, а люди, и у них должны были быть для этого какие-нибудь основания. Разумеется, о документальных данных не может быть и речи. Самые древние ископаемые животные и растения – это уже настоящие высокоспециализированные представители своих царств. В отложениях, которые накапливались в те далекие времена, когда пути развития обоих царств еще только разошлись, мы не находим толковых палеонтологических документов. Поэтому облик протистов родился из исследования известных нам организмов. Логический путь при этом был, наверное, такой.

Ясно, что раньше должны были появиться существа, способные к фотосинтезу или любому другому прямому использованию солнечной или химической энергии. Организмы, научившиеся жить на всем готовом и питаться другими организмами, мертвыми и живыми, должны были появиться позже. Типичные животные принадлежат к этому второму типу. Поэтому в любом случае они моложе растений.

Самые простые животные – одноклеточные. Мы уже привыкли к тому, что самое простое в органическом мире – это и самое древнее. Далее логика заставляет предположить, что растения, давшие начало животным, также были одноклеточными. Отсюда уже один шаг до протистов. Наверное, во всех этих представлениях сыграл свою роль знаменитый закон Э.Геккеля: онтогенез повторяет филогенез. Потому, дескать, и есть у человеческого зародыша жаберные щели, поскольку давним предком человека была рыба. Каждый организм при половом размножении начинается с одной клетки, стало быть, общий предок животных и растений тоже был одноклеточным. Хотя этот закон, заставляющий, как было остроумно замечено, «каждый индивидум снова взбираться на свое филогенетическое древо», уже во многом отвергнут большинством биологов, его влияние, наверное, еще долго будет сказываться.

В последние десятилетия мы узнали много нового о жизни. И, может быть, новые данные иначе осветят проблему общего предка животных и растений?

А ЕСЛИ ВСЕ БЫЛО НЕ ТАК?

Если мы встречаем сначала в Москве, а на следующий день в Ленинграде девушек, у которых пояс на платье составлен из огромных золоченых колец, да еще где-то сбоку висит элегантная металлическая бляха с ладонь величиной, мы ни минуты не сомневаемся, что вкусы этих девушек имеют общий источник. Так рассуждают всегда: если у двух предметов есть общие черты, то эти предметы могут иметь и общее происхождение.

ние. Но не обязательно. Вдевать кольцо в ноздри африканцы могли додуматься независимо от австралийцев. Если кристаллы поваренной соли всегда кубические, это не значит, что они имеют одного общего предка. Просто такова их кристаллическая решетка.

Иными словами, сходные черты могут быть вызваны тремя причинами: или общим предком, или независимым, то есть параллельным развитием, или, наконец, сходством более глубокой структуры. Иногда причины могут действовать совместно. Выбор главной причины – дело не простое, и обычно исследователь интуитивно руководствуется теорией вероятности: насколько правдоподобно, чтобы два явления независимо выработали общие черты.

Вы уже поняли, куда привела нас логическая тропка? Чтобы представить себе общих предков животных и растений, так или иначе надо знать: *что их объединяет?*

Итак, растения и животные, береза и заяц, роза и жаба – что их объединяет? Не будем увлекаться формой, образом жизни. Сходство бабочки с цветком нас сейчас не интересует. Не стоит задерживаться и на том, что некоторые растения, подобно животным, научились ловить и переваривать насекомых. Ясно, что предки растений и животных не были похожи на цветы и не ловили насекомых. Не такое поверхностное сходство занимает нас сейчас, а структура, ее основы.

Вот организм появляется на свет. Амеба поделилась на две части, цыпленок вышел из яйца, семя проросло. Организму надо дышать, есть, расти и, если все обошлось благополучно, дать потомство. Вот те основные свойства, которые определяют все живое. Что же здесь общего у животных и растений?

Основа живого – клетка. Конечно, есть и неклеточные формы жизни (вирусы). Но ведь все животные и растения состоят из клеток, значит, можно предположить, что их общий предок не был вирусом. Давно прошли те времена, когда клетка казалась каким-то простым кирпичиком, водянистым комочком протоплазмы с ядром посередине. Электронная микроскопия пробила окно в мир внутриклеточной жизни. Перед исследователями открылась сложнейшая и безукоризненно организованная фабрика, в которой миллионы мельчайших частиц – рибосом – строят сотни различных белков. Рибосомы регулярно получают команды, приходящие из ядра и соседних клеток, по бог весть каким каналам, и сообщают вверх по инстанции, как идут дела.

Несколько лет назад вышла в свет прекрасная книга «Живая клетка». В ней приведен на всю страницу рисунок: клетка под электронным микроскопом. Сколько здесь понарисовано всего: ядро, ядрышко, митохондрии, эндоплазматическая сеть, центромеры, мезосомы, пиноцитозный пузырек, аппарат Гольджи!.. А ведь рисунок далеко не полон! Но заметьте, в подписи к рисунку не указано, а о какой, собственно, клетке идет речь, о животной или растительной. В тексте то же самое: описываются тончайшие структуры, удивительные внутриклеточные механизмы,

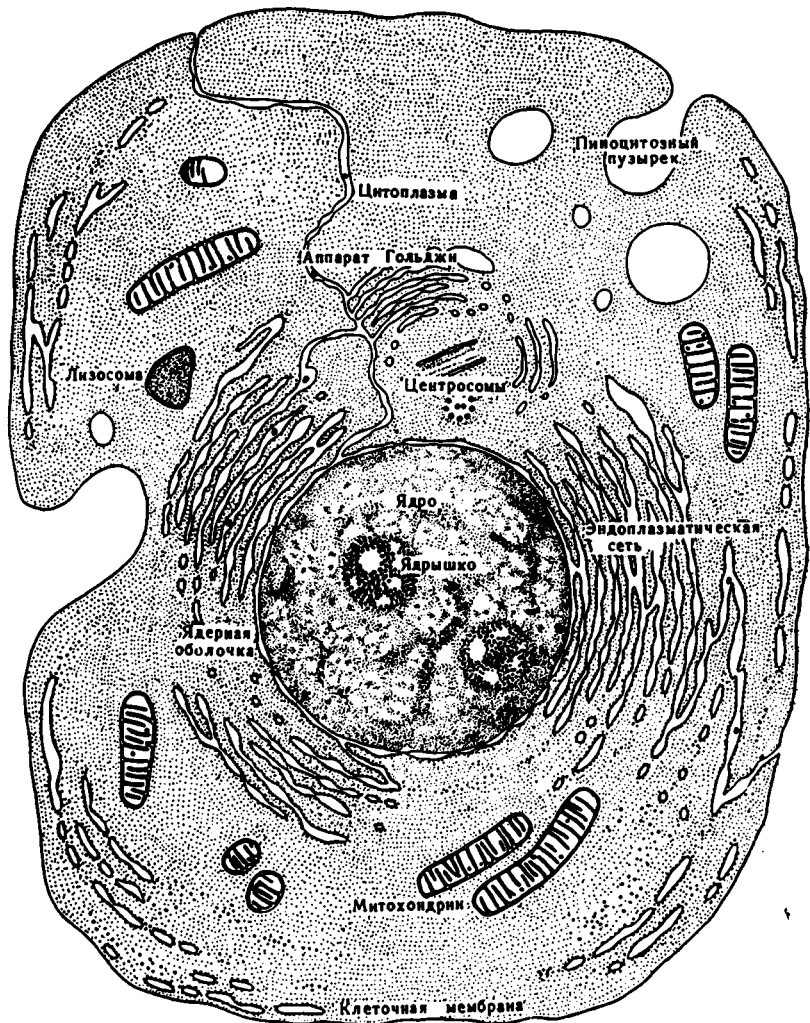


Рис. 1. Клетка под электронным микроскопом (из книги «Живая клетка». М.: Изд-во иностр. лит., 1962)

а говорится о клетке вообще, и опять, понимай, как хочешь, о чем идет речь — о растениях или животных. Конечно же, это сделано не от невнимания. Очевидно, дело в том, что, говоря обо всех этих тонкостях, авторы имели в виду любую клетку. Раз так, делаем первый вывод — и ядро, и ядрышко, и митохондрии и все, что перечислялось выше, характерно для каждой нормальной, не слишком специализированной клетки.

Теперь о ядре. Читатели популярных журналов уже наверняка сыты по горло историями о его сложном хозяйстве. Им и рассказывали, и показывали, как перед делением клетки в ядре начинают проступать знаменитые хромосомы с записанными в их генетическом аппарате свойствами организма. Деление начинается. Лениво разворачиваясь, хромосомы располагаются по экватору клетки, расщепляются, идет дележ генетического наследства. И вот каждая из вновь образовавшихся генетических групп обзаводится собственным ядерным хозяйством. Перегородка закрепляет деление клетки. Все эти стадии (профаза, метафаза, анафаза, телофаза, интерфаза) в одних учебниках демонстрируются на клетках лука или кукурузы, другие авторы выбирают тритона, морского ежа. Кажется, можно делать второй вывод: клетки животных и растений делятся, в общем, одинаково.

Здесь самое время напомнить, что это пресловутое «простое деление» не так уж просто. Ведь поделить-то надо более сложное хозяйство, чем при семейном разводе, а времени на все выделяется немного: от 40–50 минут до нескольких часов.

Хромосомы. И у животных, и у растений они имеют практически одинаковую структуру, от поколения к поколению они могут меняться частями, увеличиваться или уменьшаться в числе. Поэтому в учебниках строение и поведение хромосом обычно рассматривается без подразделения на царства. Итак, вывод третий: хромосомный аппарат, эта первооснова наследственности, у животных и растений очень и очень сходен.

Судьба стать огулцом или пустоцветом, самцом или самкой, мужчиной или женщиной записана в ядре, в хромосомах. У нормального мужского или женского организма – полный набор хромосом. При образовании сперматозоидов и яйцеклеток происходит мейоз. Это значит, что на определенной стадии ядра делятся, а хромосомы – нет. Они просто разбиваются на две группы, и каждая из групп направляется в свою клетку. В сперматозоидах и яйцеклетках остается вдвое меньше хромосом, чем в организме. При оплодотворении эти половинные наборы хромосом папы и мамы объединяются: так происходит рекомбинация признаков в потомстве. Эту схему можно видеть при размножении и папоротника, и человека. Стало быть, запишем еще одну общую черту обоих царств.

Теперь от отдельных клеток – к целому многоклеточному организму.

В свое время из школьного курса биологии я вынес твердую уверенность, что стать из одноклеточного многоклеточным было не так уж сложно. Дескать, какие-то амебы делились пополам и расходились, а потом так получилось, что разойтись не удалось или не захотелось. Стали жить вдвоем, затем вчетвером и так далее. Сообща жить оказалось выгоднее. Потом члены этой общины стали делить работу. Так появились ткани, затем органы. Хорошая схема. Наверное, так и было. Но делается это дело, как мы теперь знаем, не просто.

Сейчас уже доказано, что генетический потенциал всех живых кле-

ток организма одинаков. Поэтому генетики, изучая наследственность знаменитых дрозофил, предпочитают иметь дело не с яйцами и сперматозоидами, а со слюнными железами. Здесь хромосомы в 100–150 раз длиннее обычных и, соответственно, шире (сначала эти тела, огромные в клеточных масштабах, даже не признали за хромосомы). При всех делениях клеток растущего организма, начиная с первого деления оплодотворенной яйцеклетки, происходит честный раздел всех генетических возможностей, заключенных в хромосомах. У некоторых организмов это свойство клеток можно проверить. В руках искусного экспериментатора изолированная и посаженная на питательную среду верхушечная клетка растущего побега может развиться в целое, вполне нормальное растение. А из клетки, взятой из кишечника лягушки, как будто уже удалось вырастить настоящую лягушку. Почему же тогда из одних клеток зародыша развиваются глаза, из других – ноги, а из третьих – хвост? Видимо, все остальные возможности соответствующих клеток запираются на замок, подобно тому, как музыканту в оркестре разрешают играть не все, что он умеет, а лишь свою строчку партитуры.

Каждый многоклеточный организм должен строго распределить роли между клетками, наложить запреты на почти все их способности, поручив им развиваться лишь в одном направлении. Но эти запреты не всегда должны быть окончательными. Вокруг много врагов и неосторожных соседей. Жить с порезами или укусами плохо, надо позаботиться о восстановлении утраченного. В большей или меньшей степени это умеют делать все животные и растения, если повреждение не было неисправимым. Способность ящериц вновь отрастить откушенный хвост известна даже читателям «Мурзилки». Это классический пример восстановления органа (регенерации). В более скромных масштабах регенерация сопровождает нас всю жизнь. Конечно, руки и ноги человек теряет навсегда, а вот кожа после пореза или ожога восстанавливается более или менее легко.

Если аккуратно перерезать проходящую в стебле жилку, то уже через несколько дней можно видеть, как в обход надреза начинают образовываться новые клетки сосудистого тяжа. Вскоре они соединят концы разорванной магистрали. Во всех этих процессах клетки, игравшие совсем другую роль и получившие свою специализацию, вдруг преобразуются, начинают делиться и в конце концов становятся подобными утраченным клеткам. Способность к регенерации мы наблюдаем каждый раз, когда ставим весной ветку тополя в банку с водой. В нижней части ветки отрастают корешки, которым дали начало клетки, имевшие совсем другие планы. В подобных аварийных ситуациях с определенных клеток снимаются бывшие до этого запреты, даются команды на развитие в новом направлении и налагаются запреты на то, что было разрешено раньше.

Как все это происходит, пока никто толком не знает, хотя несколько объяснений было предложено. Самое важное, что эти объяснения в равной степени касались и животных, и растений. Никакой разницы между обоими царствами исследователи здесь не усматривают.

Когда организм растет, ему недостаточно образовать все нужные ткани и органы, надо еще и правильно распределить их в пространстве, придать им наиболее рациональную форму. Строгость и упорядоченность форм в живом мире – нелегкой объект для исследования. Никто не знает, какие силы заставляют листовые зачатки на верхушке стебля расположиться по строгой спирали, почему у одних цветков по четыре лепестка, а у других по пять. Можно, конечно, сказать, что здесь действуют законы симметрии, но это, к сожалению, не объяснение, а заклинивание. И так ясно, что действуют законы, силы. Вопрос не в том, чтобы назвать их, а в том, чтобы объяснить.

Еще в начале нашего века была выдвинута гипотеза, что листовые зачатки выделяют какое-то вещество и тем самым предупреждает соседние клетки, чтобы они не вздумали развиваться в лист. Позже оказалось, что химические методы предупреждения используют устьица, которые, так же как и листья, не должны располагаться как попало. К сожалению, это объяснение не удалось приложить ко всем случаям симметричного или вообще упорядоченного расположения органов. Едва наметившийся зачаток листа удаляли, а через две недели оказывалось, что последующие зачатки расположились на отведенных им с самого начала местах. Удаление одного зачатка не вызвало у других никакой реакции.

Сейчас явление симметрии в органическом мире изучены очень полно. Еще в середине века им посвящались философские трактаты.

Созданы математические теории листорасположения, подведена математическая база под спирально свернутые раковины моллюсков, однако, как писал один из ведущих авторитетов в биологии развития К. Уоддингтон, «если и создается впечатление, что чисто математическое описание внешнего облика, принимаемого этими формами, может приблизить нас к пониманию их происхождения, то такое впечатление, к сожалению, обманчиво». И все же нельзя пройти мимо сходства, пусть пока до конца не понятого, форм животных и растений. В большей или меньшей мере всем им свойственна особая криволинейная симметрия, не встречающаяся в неорганическом мире. Она может проявляться в закрученности раковины, в расположении листьев на ветке, в утолщениях дыхательных трубок.

А теперь попытаемся всеми этими общими чертами животных и растений наделить их общего предка! Не правда ли, своеобразное существо получается? Двуполое, многоклеточное, с развитыми элементами симметрии, составленное различными и достаточно высоко специализированными клетками, имеющее вполне современную систему передачи наследственных свойств. А где же протисты?

Ведь говоря о сходстве растений и животных, мы не брали таких признаков, которые легко вообразить независимо, параллельно развившимися. Например, хромосомы представлялись темными червячками только их первым наблюдателям. Хотя электронной микроскопии почти не удалось заглянуть в глубокие детали строения хромосом (до сих пор

не подобраны вещества, которыми их можно зафиксировать в препарате без нарушения структуры), ни у кого не возникает сомнений в их фантастической сложности. Можно ли вообразить, что и эта структура и все нормы ее поведения возникли в истории дважды? А умение организма справиться с огромным скоплением клеток, умение дать каждой клетке полагающуюся работу и сменить специальность отдельных групп клеток при повреждениях?

* * *

Здесь, однако, необходимо прервать нашу статическую умственную гимнастику и перейти к водным процедурам. То есть принять холодный душ сомнения. В науке даже безупречная логика может завести неизвестно куда, если исходной точкой рассуждений была неверная посылка. Поучительный пример – геоцентрическая система Птолемея. Система была построена хорошая, ею до сих пор пользуются при составлении астрономических ежегодников. Она нашла подтверждение в практике, по ней предсказывали солнечные затмения. Но потом оказалось, что в природе все как раз наоборот: не Солнце ходит вокруг Земли, а Земля вокруг Солнца. А ведь логически рассуждения Птолемея были безупречными и основывались на прямых наблюдениях.

Логическая цепочка привела нас к необыкновенному существу, уже высокоразвитому, но все еще, тем не менее, полурастению–полуживотному. Возможно ли? А что если все одинаковые признаки животных и растений появились все же независимо, параллельно? Может быть, мыслимы и другие логические цепочки?

Общность животных и растений обнаружилась в тончайших внутриклеточных структурах, в сложнейших механизмах передачи наследственности и т.д. Если всего этого не было у предка животных и растений, значит, все появилось в обоих царствах независимо, параллельно. Конечно, проще предположить, что эти качества создавались лишь один раз. Такое решение экономнее и для природы, и для исследователей.

Но, поставив в корнях животного царства сложное многоклеточное существо, мы должны будем пересмотреть многие ветки филогенетического древа организмов. Г. Бергстед, автор «Праздника святого Йоргена», предостерегает от подобных шагов: «если неправильно застегнуть первую пуговицу, то все пуговицы будут застегнуты неправильно». А у нас идет речь как раз о «первой пуговице» – об истоках целого царства.

А не преуменьшили ли мы возможности параллелизма? Может быть, механизмы, о которых идет речь, не настолько сложны, чтобы природа не могла их сооружать неоднократно? Собственно, что мешает природе дважды создать однотипный сложный механизм? Ответ один – теория вероятности. Это она не должна позволить эволюции снова пройти по замысловатой дороге с огромным количеством ответвлений и, не совершив отклонения, дать две одинаковые картины.

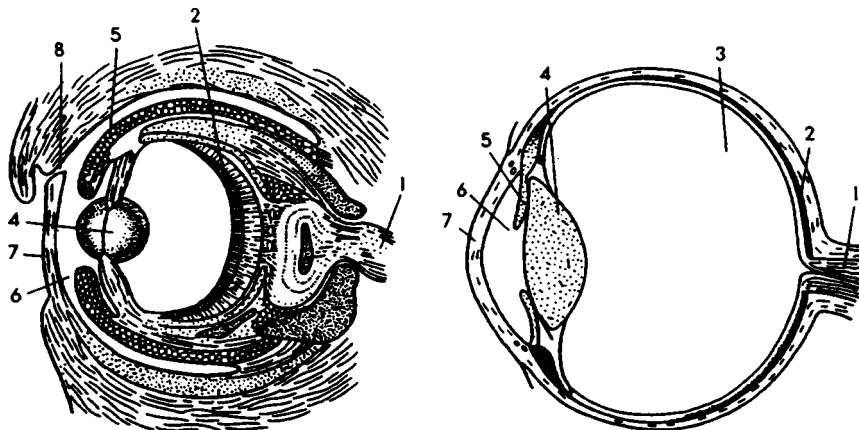


Рис. 2. Конвергентное (независимо возникшее) сходство глаза осьминога (слева) и глаза человека (справа). Одинаковыми цифрами обозначены аналогичные части, в том числе: 2 – сетчатка; 4 – хрусталик; 5 – радужная оболочка; 7 – роговица. Несмотря на сходство в строении, “наводка на фокус” у этих органов производится принципиально различным способом: у осьминога – путем изменения расстояния между хрусталиком и сетчаткой, а у человека – изменением кривизны самого хрусталика (по Б.М. Медникову, 1982)

Наверное, правильные рассуждения, но рассуждения. А вот некоторые факты. Глаз – очень сложный орган, не в пример самому новейшему телевизору. В нем миллионы колбочек, палочек, нервных волокон, хитрый механизм наводки на фокус и прочее. Но о каком глазе идет речь, человеческом? Может быть, птичьим или крокодильем? Не обязательно. Такое же – точнее, почти такое же – строение имеет и глаз осьминога, развившийся совершенно независимо. В нем есть сетчатка, хрусталик, способный к аккомодации, зрительный нерв, радужная оболочка со зрачком. Мышцы-дилататоры при необходимости сужают и расширяют зрачок. Есть роговица и даже веки. Наш выдающийся зоолог В.Н.Беклемишев пишет: «Зрение головоногих, вероятно, очень близко к зрению позвоночных. Сходство в строении их глаз с глазами позвоночных поразительно, несмотря на совершенно иной способ развития большинства частей глаза и совершенно иной ход эволюции глаза. Это сходство представляет один из удивительнейших примеров конвергенции во всей сравнительной анатомии животных».

На «чердаке мира» – в Австралии – царство сумчатых млекопитающих: сумчатый волк, сумчатый медведь и т.д. И сумчатый крот. Подобно своим однофамильцам из насекомоядных он промышляет под землей и настолько похож на африканского «золотистого» (настоящего)

крота, что даже крупные систематики колебались, а нет ли здесь близкого родства. Среди сумчатых – свои грызуны, хищники и насекомоядные. Глядишь, просуществовала бы Австралия в изоляции еще десяток-другой миллионов лет, и там появились бы сумчатые приматы...

Эволюции оперировала астрономическими величинами: миллионами и миллиардами особей миллионов видов, помноженными на миллионы поколений. В этих условиях даже совершенно невероятные, с точки зрения теории вероятности, события становятся возможными. Но не только поэтому му развитие организмов часто идет по параллельным дорогам...

Дж. Уолд, один из наиболее видных специалистов по молекулярной биологии, недавно писал о разнице в наборах аминокислот в ферменте клеточного дыхания «цитохроме С». Этот белок включает 104 аминокислоты и синтезируется геном, состоящим из 312 структурных элементов (нуклеотидов). Человек отличается от макаки-резус одним из этих 312 нуклеотидов, а от дрожжей – 43. «Никто из нас, – писал Уолд, – раньше не думал о таком близком родстве всего мира живых организмов или о том, что мы все еще состоим в тесной генетической связи с дрожжами, несмотря на длительное время разделявшей виды эволюции. Это удивительно, и в известной мере мы можем гордиться этим; но, гордимся мы или нет, несомненным остается, что наши связи переплетены на самом деле очень тесно. И, поняв это, мы уже перестали удивляться, ибо это глубокая и волнующая правда. Она заключается в том, что между нами и дрожжами больше пунктов сходства, чем различий».

Знаменитая ДНК, основной агент по передаче наследственности у огромного большинства организмов, совершает работу с помощью лишь четырех элементарных азотистых оснований, по-разному комбинирующихся. Исследования последних лет все глубже проникают в энергетику органического мира. И снова оказалось, что все сводится к единым, но разнообразным в своем проявлении механизмам. В энергетике живого используется универсальное горючее – аденозинтрифосфат (АТФ). Оно образуется при фотосинтезе в хлорофилловых зернах (хлоропластах) и при переработке питательных веществ в митохондриях, а потом используется для чего угодно: мышечного сокращения, зарядки электрических органов, восприятия вкуса и света, получения тепла при дыхании и т.д. В результате из АТФ образуется новое соединение – аденозиндифосфорная кислота (АДФ), которая снова поступает в хлоропласты и митохондрии, превращается в АТФ, и так до бесконечности.

Унификация и ограниченность набора деталей – одна из основных особенностей органического мира. Поэтому сходство конструкций, создаваемых из этих деталей, уже не должно удивлять. Дайте архитектору одни только панели конструкции Лагутенко и, будь он Казаковым или Растрелли, ничего, кроме коробок, ему из них не построить. Кирпич позволяет больше разнообразить сооружения, но он, например, негоден для постройки Останкинской телебашни.

Глядя на сложные станки и приборы, невольно думаешь, сколько

было затрачено на них труда и каким надо быть умельцем, чтобы творить подобные вещи. Но операций для создания самого сложного изделия применяется не так уж много: пайка, литье, склеивание, сварка, штамповка и т.д. Точно так же в живой природе. Органы преобразуются путем слияния, изгиба, уплощения, срастания, выпячивания, образования дырок, растяжения. Природа не любит создавать что-нибудь совсем новое. Гораздо проще выпустить большим тиражом имеющиеся части и, пользуясь перечисленными способами, их переделать. Над этой особенностью живой природы размышляли древние греки. Ее положил в основу учения о метаморфозе великий Гете: «Образует ли растение побеги, цветет ли оно или приносит плоды, – все это, однако, те же самые органы, которые в многообразных условиях и в часто меняющихся формах исполняют предписание природы». О том же он пишет и в стихах:

«Стройным, красивым колечком становятся листья-малютки
Или в числе небольшом, или без счету вокруг;
Внешние чашечкой станут, цветочную ось окруживши,
Внутренний ряд лепестков венчик роскошный родит».

Выходит, единство органического мира велико, а путей, по которым может идти преобразование живых существ, – раз, два и обчелся. Раз так, то законы теории вероятности могли и не очень возражать, чтобы те общие черты животных и растений, о которых шла речь в первой части статьи, появились независимо, параллельно. Правда, о сходстве внутриклеточных структур – ядра, хромосом – здесь пока трудно говорить. Скорее всего, это действительно изначальные общие черты животных и растений. Другое дело – регулирование роста многоклеточного организма, подавление генетических возможностей делящихся клеток и их специализация. Впрочем, и эти особенности многоклеточных заметны, в зародыше, у одноклеточных.

Еще в прошлом веке стало ясно, что некоторые одноклеточные могут менять свой облик, смотря по обстоятельствам, то есть подавлять или, наоборот, проявлять ранее скрытые возможности. Жгутиковое «неглерия» в относительно сухой среде выглядит как амeba. В чистой воде, стоит концентрации некоторых солей понизиться, как ножковидные выросты (псевдоподии) на теле амeбы смещаются к одному концу, а с другой стороны образуются жгутики, с помощью которых осуществляется теперь движение. Стало быть, уже у таких, внешне очень простых существ генетические возможности могут консервироваться, запираются на какое-то время.

От этого умения изменить облик, а значит и образ жизни, – один шаг до регуляции роста многоклеточного организма, до специализации клеток и до способности сложного организма к регенерации. Если так,

то мы подходим к важному выводу. Переход к многоклеточности не был для одноклеточных существ чересчур сложным шагом, настолько сложным, чтобы он мог осуществиться в истории жизни лишь один раз. Кроме того — и это, может быть, самое важное — многоклеточность могла появиться самыми разными путями. Одноклеточные, по сути, подготовлены к такому переходу.

Чаще всего многоклеточность представляют себе в виде здания, сложенного из саморазмножающихся, но остающихся вместе кирпичиков. Это, действительно, самый распространенный тип многоклеточности, но не единственный...

Иногда корни капусты и других крестоцветных поражает трудноизлечимая болезнь — кила. На корнях образуются опухоли, растения рано погибают, не успев завязать кочана. Возбудитель болезни — один из представителей *миксомицетов*, особого типа низших растений, иногда относимых к грибам. О них и пойдет речь.

Бесполое формы миксомицетов — *миксамебы*, одноклеточные амёбовидные существа. Они ползают, питаются, размножаются простым делением, как простейшие животные. Затем начинается следующая стадия жизненного цикла. По неизвестно какому сигналу миксамебы начинают попарно сливаться, ядра при этом объединяются. После этого тысячи амёб начинают ползти в одно место, собираться в единое прозрачное *слизистое тело*. В нем амёбы, больше не сливаясь друг с другом, но и не размыкаясь, продолжают свободно циркулировать. Все тело медленно передвигается, вскоре в нем намечается специализация. Направляющий центр более чувствителен к свету, в нем больше особого вещества — акразина.

Дальше начинается самое интересное. Поползав несколько часов, это слизистое тело находит более или менее сухое место, часть клеток собирается в диск, который приклеивается к почве. Над диском постепенно возникает ножка будущего *плодового тела*. Исследователь миксомицетов Д. Боннер писал: «Этот процесс можно назвать «фонтаном наоборот»: клетки как бы притекают снаружи, затвердевают и входят в состав центрального стержня, который представляет собой ножку. Но в процессе этого вся структура вытягивается вверх до тех пор, пока все клетки, шестнадцать ножи, не будут использованы». И все же 90 процентов миксамеб, собравшихся в колонию, предназначены для другого. Двигаясь вверх по ножке, они собираются на ее верхушке в сферическую массу, делятся пополам (происходит мейоз), округляются и подсыхают, превращаясь в споры. Плодовое тело готово. Созревшие споры по воздуху разносятся в другие места, в подходящих условиях прорастают и дают миру новых миксамеб.

Сложно все это... Особенно для амёб. И непривычна такая временная «факультативная» многоклеточность. Может быть, перед нами исключение, о котором и говорить не стоит? Но как разграничить, где пра-

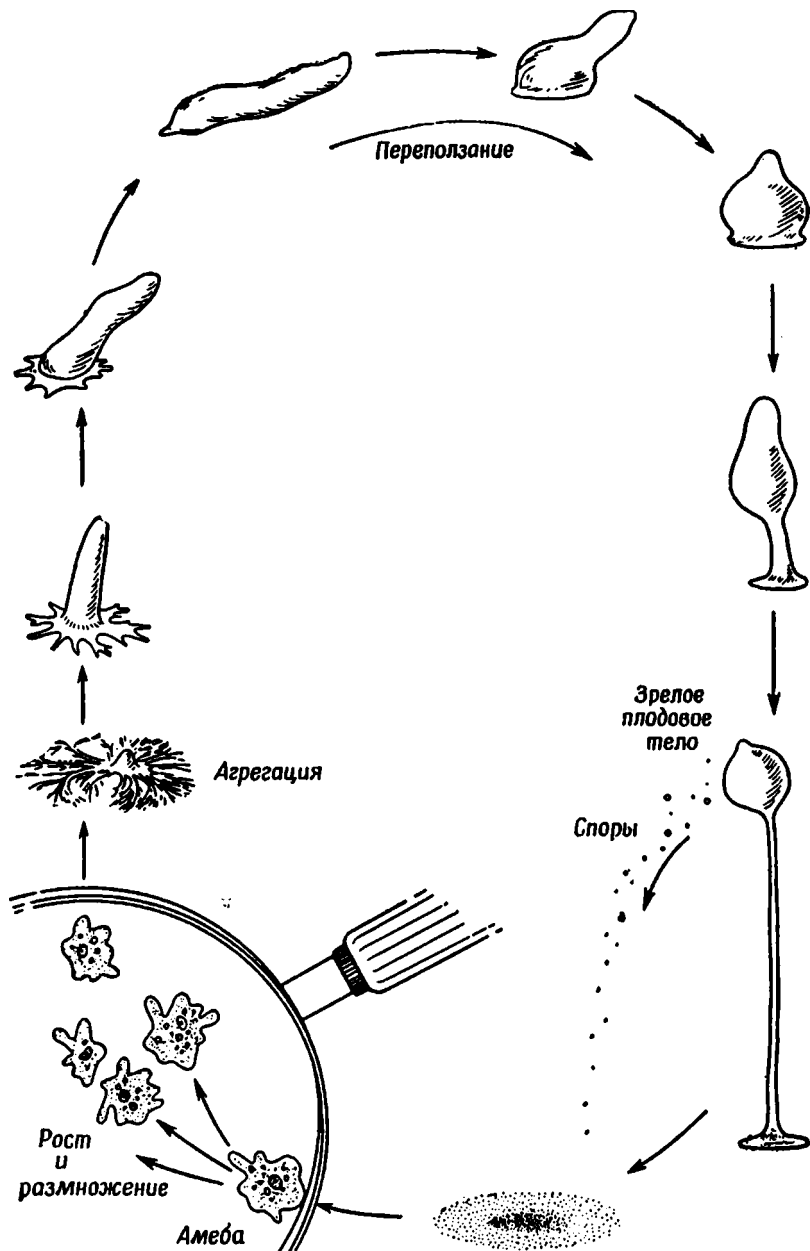


Рис. 3. Жизненный цикл типичного миксомицета (по К.Гробстайну)

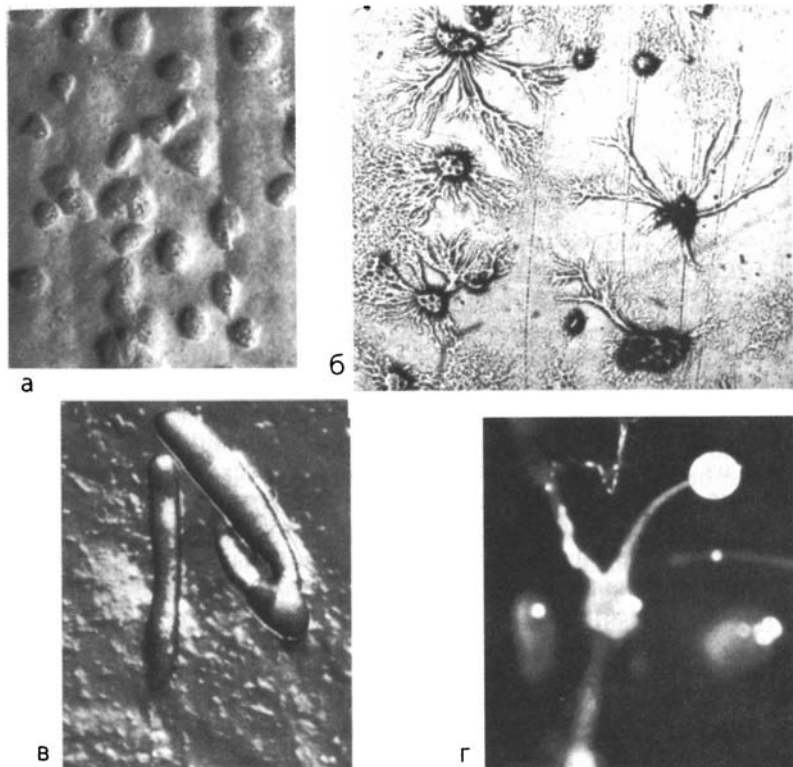


Рис. 4. Фазы жизненного цикла миксомицета *Dictiostelium discoideum*: а – миксамебы (x400); б – сползание миксамеб в центры образования слизистого тела, или плазмодия (x15); в – слизистое тело, способное к самостоятельному передвижению (x45); г – формирующееся из слизистого тела плодовое тело, или сорокарп, x30 (По Х.К. Болду, 1967)

вило и где исключение? Например, напрашивается сравнение с губками, которые всегда рассматриваются как нормальные многоклеточные организмы. Тело губки, протерев через тонкое сито, можно разделить на отдельные клетки, которые затем, как ни в чем не бывало, снова собираются вместе.

Вспомним здесь и о миксобактериях (есть и такие). Эти примитивные палочковидные существа, еще даже лишенные ядра, живут на других бактериях. У них нет жгутиков, но все же они умудряются переползать с места на место. Как и миксамебы, по неизвестной какой команде

миксобактерии собираются вместе. Иногда образуется просто холмик, а иногда – сложная система из ножки и ветвей. А дальше все идет как у миксомицетов, и плодовые тела образуются очень сходные.

Стало быть, даже бактерии, примитивные организмы, у которых нет еще даже ядер, уже умело распределяют роли между собой. Одни становятся ножкой плодового тела, другие – его ветвями, третьи – спорами. Значит, самое сложное в многоклеточной организации им уже доступно. И там нет безликих, однообразных, не способных на специализацию индивидуумов.

Есть у этих организмов и задатки к регенерации. Самое главное при регенерации – пересмотреть прежние личные планы. Если клетка собиралась стать спорой, она должна уметь при необходимости перестроиться. Накладываются запреты на одно, дается разрешение на другое. Когда те же миксамебы уже собрались в свою слизистую колонию и, надо полагать, уже приготовились исполнить отведенные каждой из них роли, можно произвести несколько несложных операций. Микропипеткой удаляют из колонии нескольких миксамеб и пускают их подальше от колонии на питательную среду. Они на это почти не реагируют и начинают все сначала – ползают, питаются, размножаются простым делением. Значит, дифференцировка амев в колонии – процесс легко обратимый. Исследователь берет две колонии одного вида, отрезает у них верхушки и меняет местами. Верхушки присоединяются, и развитие каждой колонии в плодовое тело идет своим чередом. Но эта способность к регенерации не безгранична. Отрезанная верхушка одной колонии не слипается с хвостом другой, а живет самостоятельно. Значит, у миксомицетов именно регенерация нужных частей, а не простое безразличие ко всяким операциям.

Формы многоклеточности скорее всего очень разнообразны и, как недавно писали Н.В. Тимофеев-Ресовский, Н.Н. Воронцов и А.В. Яблоков, «жизнь сделала несколько “рывков” ... от одноклеточного к многоклеточному типу строения». Жаль, конечно, что нет соответствующих палеонтологических документов. Может быть, об одном из таких рывков свидетельствуют *строматолиты*. Эти могучие рифоподобные постройки собравшихся вместе древнейших одноклеточных водорослей уже рекламировались И.Н. Крыловым как желанная добыча любителей пятой охоты («Знание–сила». 1968. № 6).

* * *

И у животных и у растений – два пола... А тут как? Неужели снова параллелизм? Я не знаю, может ли кто-нибудь сейчас ответить на этот вопрос. Наверное, нет. Вопросы пола, особенно у низших одноклеточных организмов, еще во многом остаются в области гипотез. Половое размножение в истории жизни означало не только деление клеток, но и их

слияние, в том числе слияние ядер. Объяснить деление клеток еще как-то можно. Для этого прибегают к понятию критического объема, превышение которого, может быть, уже невыгодно для одноклеточного организма по тем или иным причинам. Другое дело – слияние клеток и их ядер, а затем – деление объединенного генетического наследства, совмещение в потомстве признаков родителей.

Что толкнуло два организма навстречу друг другу – своеобразный каннибализм, прапраинстинкт или что-нибудь другое? Этого никто не знает. Но уже то, что половой процесс широко распространен среди жгутиковых организмов, показывает, что половыми вопросами живые существа тоже «заинтересовались» еще до разделения на два царства.

Половое размножение замечательно подчеркивает единство происхождения обоих царств. У многоклеточных организмов половой процесс до сих пор сводится к слиянию всего двух клеток, полномочных представителей каждого пола. На этой стадии высокоразвитые организмы как бы «вспоминают» своих далеких жгутиковых предков. То, что в половом процессе у одних организмов участвуют одинаковые по облику клетки, а у других – огромную неподвижную яйцеклетку оплодотворяют микроскопические подвижные сперматозоиды, для нас сейчас не имеет значения. Такое различие в мужских и женских половых клетках не настолько существенно, чтобы придавать ему значение гениального изобретения, способного проявиться в истории жизни только один раз.

* * *

Итак, многоклеточный предок или параллелизм? Казалось бы, ясно: стоит решить эту дилемму, и проклятый вопрос о корове и сене будет решен. Но дело, возможно, обстоит еще сложнее. Вспомним об основном отличии растений от животных: большинство растений способно к автотрофному питанию, они вырабатывают свою биомассу из неорганических, первичных веществ – углекислоты, солей, воды – все с помощью энергии солнца. К такой самостоятельности не способны животные (если, конечно, не считать некоторых жгутиковых вроде эвглены, на изучение которых в равной степени претендуют и зоологи, и ботаники). Фотосинтезом заняты хлорофилловые зерна или хлоропласты, – внутриклеточные органеллы, в строении которых до сих пор не удалось найти существенных различий, идет ли речь о березе или эвглене. Это было настолько удачное приобретение для растений, что за всю их эволюцию в течение сотен миллионов лет им не потребовалось вносить в него поправки. Растения перераспределяли хлоропласты в своем теле, но перedelывать их так и не стали.

Иногда считают, что животные, выделившись из мира растений, утратили хлоропласты и полностью перешли на гетеротрофное «паразитическое» питание. Но вот что интересно. Хлоропласты, как и некото-



Рис. 5. Андрей Сергеевич Фаминцын

рые другие внутриклеточные органеллы, порой ведут себя в клетке как чужаки. Есть данные, что в них, как и в ядре, концентрируется некоторое количество ДНК, что они, как будто, не слишком зависят от исходящего из ядра генетического контроля. Здесь самое время вспомнить о гипотезе академика А.С. Фаминцына, который доказывал, что хлоропласты – не простые компоненты клетки, а самостоятельные организмы типа зеленых водорослей, навсегда поселившиеся в другом организме на правах сожителя (симбионта)².

Этой идее Фаминцына не было поначалу суждено завоевать всеобщее признание, но сейчас о ней вспоминают все чаще. Более того, такую же роль приписывают и другим внутриклеточным органеллам, тем же митохондриям³, ядрам. Эту точку

зрения отстаивает Дж. Бернал в своей последней книге «Возникновение жизни». Он допускает, что «... организмы образованы путем объединения ряда предсуществовавших органелл», каждый тип которых «... встречается в клетках (или организмах) самых различных типов, так что создается впечатление независимости как их распространения, так и, возможно, происхождения от некоего общего источника». И дальше: «... ядерная клетка в некоторых отношениях сильно напоминает симбиотический организм (примером таких организмов могут служить, скажем, лишайники, которые состоят из гриба и водоросли)».

Гипотеза Фаминцына кажется теперь слишком смелой только для своего времени. Того и гляди она перерастет в установленный факт.

² См.: Фаминцын А.С. О роли симбиоза в эволюции организмов // Зап. Импер. Акад. Наук. 1907. Сер. 8. Т. 20, № 3; 1912. Сер. 6. Т. 6, № 1. То же предположение Фаминцын выдвигал относительно других *пластид* растительной клетки – *хромопластов* и *лейкопластов*. Сходные идеи одновременно развивал другой русский ботаник, археолог и эволюционист К.С. Мережковский (1855–1921) – брат известного писателя и философа Д.С.Мережковского. (Ред.)

³ Обнаруженные в последние десятилетия существенные отличия в организации генетического материала у прото- и эвкариот (так называемая интрон-экзонная организация ядерных и митохондриальных генов у последних) с трудом согласуется с широко распространенным представлением о происхождении митохондрий из эндосимбиотических бактерий. Подробнее см., напр.: Инге-Вечтомов С.Г., Тихомирова В.Л. Гены, белки и эволюция. В сб.: Актуальные проблемы современной биологии. М.: Просвещение. 1984. С.101–127. (Ред.)

Кстати, она косвенно подтверждается такими наблюдениями. Известны зеленые пресноводные полипы, в которых неизменно живут одноклеточные зеленые водоросли, никогда не встречающиеся сами по себе и переходящие от поколения к поколению полипов через их яйцеклетки! Уже одно это показывает, что дверь внутрь других организмов не была закрыта для водорослей. Вполне возможно, что они не раз подбирали к ней ключи.

И что же у нас получилось? А то, что все в истории родства растений и животных могло быть совсем не так, как мы привыкли думать. Может быть, и само слово «растения» не означает единого явления природы, а всего лишь является вывеской для тех существ, которые приняли на свое попечение одноклеточные водоросли, а затем сами перешли на их содержание. И тогда растительное царство – не монолит, а скорее федеративное государство разных племен. И не являются растения предками животных, и вообще не было у обоих царств единого предка среди протистов. Да и сами животные, может быть, только симбионты, а органеллы в их клетках – приемные дети. И вообще все получается не так, как всегда считали. Значит, самое время отправить на дрова все нарисованные в книгах филогенетические древа.

«Стой! – сказал мне здесь внутренний голос. – Не зарывайся, не перебарщивай. Рано еще – на дрова. Надо сначала все доказать. Может быть, все эти рассуждения – только слова, а гипотезы о самостоятельности хлоропластов и других органелл не проживут и года. Еще надо поработать, подумать».

И я согласился, так как отрицать легко, а созидать трудно, и так как для сомнения надо иметь столько же оснований, как и для утверждения.

Ну и что? – спросит читатель. – Где вывод? Когда эволюция живого разветвилась на растительный и животный мир? Высокоорганизованный многоклеточный организм... Или простейший одноклеточный, имевший в себе все данные для параллельного развития по двум путям. Или симбиоз организмов, давших, в зависимости от сочетания, ту или иную разновидность жизни? Ответа нет и не будет. Я не обещал и не мог обещать никакого ответа. Мы ведь брались за «проклятый» вопрос, на который не положено отвечать, ибо иначе он давно не был бы проклятым. Но согласитесь, что в этом тоже что-то есть – поломать голову над сложной проблемой, даже если она пока неразрешима. Вдруг устанавливаются логические связи между явлениями, лежащими, казалось бы на далеких друг от друга дорогах научного познания живых существ. В одну цепь ложатся такие явления, как отрастание оторванного хвоста у ящерицы, структура хлоропласта, метаморфоз частей цветка, дифференцировка в колонии миксамеб и сходство сумчатого крота с «золотистым». А как

говорил великий физик Макс Планк, «основной чертой каждой вознишей в науке новой идеи является то, что она связывает определенным образом два различных ряда фактов».

Напоследок приведу цитату из недавно вышедшей книги К. Густайна «Стратегия жизни»: «Еще несколько лет назад никто не мог даже представить, что наследственность бактерий можно будет описать с помощью тех же понятий и принципов, что и наследственность человека. Никто не мог и подумать, что, скажем, в лепестке розы и в слона происходят одни и те же энергетические процессы... Мы повсюду в живом мире открываем некую общность, распознаем сходство. Естественное основание ожидать, что все сложнейшие проявления жизни можно свести к не слишком большому числу основных принципов, исходных из которых, в конце концов, путем дедукции удастся вывести и описание самой жизни. Можно сказать, что биология, наконец, становится вполне законченной логической наукой».

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАДОКСЫ А.А.ЛЮБИЩЕВА¹

Нельзя сказать, чтобы имя Александра Александровича Любищева² не сходило со страниц нашей биологической литературы. Скорее наоборот, ссылки на его работы довольно редки да и ему самому принадлежит не так уж много (меньше 70) публикаций. Поэтому сегодняшняя «наука о науке» с ее методами численной оценки ранга ученых приписала бы Любищеву довольно скромное место в научной иерархии. Впрочем, и по содержательным критериям «Большой науки» было бы затруднительно



Александр Александрович
Любищев

приписать Любищеву высокий научный ранг. Он не стал автором ярких гипотез, не открыл новых фундаментальных законов или неожиданных фактов, т. е. не сделал ничего из того обязательного набора, который ожидает от талантливого ученого сегодняшняя «Большая наука». И, тем не менее, каждый, кому довелось разговаривать с Любищевым или переписываться с ним, кто внимательно читал его статьи, согласится с тем, что это был необычайный ученый.

Любищев был одним из крупнейших специалистов по прикладной энтомологии и имел ученую степень доктора сельскохозяйственных наук³. Им были разработаны новые, основанные главным образом на дисперсионном анализе, приемы исследования вредителей сельского хозяйства. Эти приемы позволили выяснить, что

¹ «Природа». 1973. №10. С. 38-41. (в соавторстве с Ю.А.Шрейдером)

² Александр Александрович Любищев, которому посвящена публикуемая статья, принадлежал к поколению, которое дало таких выдающихся представителей отечественной биологии, как И.И. Шмальгаузен, В.Н. Беклемишев, В.Н. Сукачев и др. Творческие пути этих людей оказались различными. Одни развивали классические направления, другие прокладывали новые пути в биологии. Исследования А.А. Любищева шли далеко от традиционных путей, и его взгляды по общим проблемам биологии были своеобразными, интересными и в то же время порою не приемлемыми для многих биологов.

³ Подробнее об энтомологических работах А.А. Любищева см.: Зоол. журн. 1973. Вып. 2. С. 302-304.

общепринятые представления о вреде, наносимом некоторыми насекомыми (хлебным пилильщиком и др.), сильно преувеличены.

Но не эта сфера деятельности сделала его известным. Любищев знали как теоретика биологии и одновременно математика, философа, общественного деятеля. Для многих биологов Любищев казался странной, а порой и несколько одиозной фигурой. В самом деле, на первый взгляд как-то не сочетается облик выдающегося энтомолога, великолепного знатока теоретической систематики, одного из лучших специалистов по применению математических методов в биологии, ученого широчайшей эрудиции – с убеждениями, не разделяемыми подавляющим большинством биологов, с отрицанием положений, казалось бы, давно ставших прописными истинами.

В самом деле, разве не убежден сейчас каждый школьник, что теория естественного отбора Дарвина в ее современном изложении разрешила основные загадки эволюции органического мира? Любищев же с этим не соглашался.

Разве много найдется специалистов-систематиков, которые вместе с Любищевым считают, что эволюционный (исторический) подход к систематике организмов является не только не обязательным, но скорее всего даже ложен? Наконец, разве могут специалисты по молекулярной биологии спокойно согласиться с человеком, утверждающим, что даже при полной расшифровке кода, заключенного в ДНК, мы почти не приблизимся к решению проблемы так называемого наследственного осуществления, т. е. к созданию теории онтогенеза. Но именно таково было мнение А.А. Любищева.

При подобных взглядах на основные биологические проблемы нетрудно заработать репутацию просто некомпетентного спорщика, с мнением которого не следует считаться. Но не по этой причине на работы Любищева мало ссылаются в литературе. Ведь мнением Любищева интересовались и дорожили такие выдающиеся наши биологи, как Л.С.Берг, И.И.Шмальгаузен, Н.Г.Холодный, Н.П.Кренке, В.Н.Беклемишев, Ю.А.Филипченко, Ю.А.Орлов, А.Г.Гурвич, А.С.Серебровский, А.А.Заварзин, с которыми он переписывался многие годы. В его архиве лежат проникнутые чувством уважения и дружбы письма И.Е.Тамма, Я.И.Френкеля, Б.Л.Астаурова, В.А.Энгельгардта, П.Г.Светлова, Ф.Н.Добржанского, Д.В.Наливкина. И очень символичен хранящийся в архиве Любищева шуточный адрес, полученный им 1 апреля 1970 г.:

«От правоверных адептов святой синтетической теории ее блистательному противнику.

Семинар по эволюции МОИП».

Для многих биологов Александр Александрович Любищев действительно был блистательным противником. Полных единомышленников у

него в сущности не было, хотя многие были близки ему если не по убеждениям, то по духу свободного от предрассудков исследователя.

Любищев называл себя нигилистом. Но это был нигилизм, отнюдь не презирающий инакомыслящих, а, наоборот, чрезвычайно уважающий чужое мнение. Он не судил других с высоты принятой однажды позиции, но тщательно искал в любом мнении достоинства и внутреннее оправдание. Резко критикуя современный неодарвинизм – синтетическую теорию эволюции, он выискивал все положительное в аргументации ее сторонников и искренне радовался, когда они выходили из рамок эпитонства.

Мы не ставим своей целью изложить в короткой статье взгляды Любищева на основные биологические проблемы. В них много нестандартного, непривычного, парадоксального.

В центре интересов Любищева были теория систематики, теория эволюции и проблемы органической формы в самом широком смысле. Иными словами, его больше всего интересовали законы многообразия в живой природе. Здесь важно подчеркнуть слово «законы». Обычно принимают, что в бесчисленном многообразии животных и растений все закономерности действуют и осуществляются лишь постольку, поскольку организмы вынуждены приспосабливаться к требованиям среды в течение длительной своей истории. Иначе говоря, ключами к объяснению многообразия живых существ являются исторический метод и выявление приспособительной ценности признаков. Приспособление, контролируемое естественным отбором, – основной фактор эволюции.

Свой путь в теоретической биологии Любищев начал именно с этих позиций. Но сомнения в их правильности появились у него еще в студенческие годы, когда на лекциях приват-доцента Д.Д. Педашенко он стал понимать, что роскошные филогенетические деревья, заполнявшие биологическую литературу тех лет, выросли на почве далеко не безукоризненно подобранных фактов. В своих письмах Любищев не раз вспоминал об одном разговоре со своим близким другом Владимиром Николаевичем Беклемишевым⁴. С детства пристрастившись к математике, Любищев задумал подобраться к строгому математическому описанию аммонитовых раковин и других органических форм. Более начитанный к тому времени Беклемишев возразил, что подобные исследования едва ли оправданы, поскольку форма организма – внешний результат (*эпифеномен*) сложных процессов. Поэтому, дескать, наивно думать, что такой «поверхностный» результат можно изучать как нечто самостоятельное помимо механизмов, ведущих к возникновению форм. Ответ Беклемишева обескуражил Любищева, но Любищев продолжал думать над этим вопросом и лишь много лет спустя смог сформулировать свое возраже-

⁴ Владимир Николаевич Беклемишев (1890–1962) – академик АМН СССР, зоолог, паразитолог, биоценолог. Исследования В.Н. Беклемишева по экологии малярийного комара дали возможность ликвидировать природные очаги малярии в СССР. Лауреат Государственной премии СССР.

ние на общепринятую точку зрения, выразившуюся в словах Беклемишева (который, кстати, потом стал во многом разделять взгляды А.А. Любищева).

Вскоре после окончания Петербургского университета в 1911 г. Любищев познакомился с Александром Гавриловичем Гурвичем⁵ и стал его сотрудником, а затем учеником и другом. Гурвич в те годы развивал учение, обычно называемое «практическим витализмом». Слыша сейчас слово «витализм», подавляющее большинство биологов начинает морщиться и вспоминать о пресловутой «жизненной силе», «энтелехии», факторах Е и Х. Гораздо меньше известно, что виталистам начала нашего века противостояли биологи, считавшие, что все биологические феномены могут и должны быть сведены к законам физики и химии, что ни о каких специфически биологических законах нечего и говорить. Именно против такого механистического, редукционистского подхода и выступали виталисты. Сейчас такой редукционизм почти единодушно отвергается ведущими нашими биологами⁶. Но мало кто при этом замечает, что, отстаивая принцип неаддитивности⁷ в природе, мы, в сущности, повторяем многое из того, что именно и защищалось в первых десятилетиях XX в. нашими виталистами (Гурвичем, Карповым и др.). На эту же позицию встал и не сошел с нее до конца жизни и Любищев. Он считал себя виталистом, как им считали его и другие. Но, называя Любищева виталистом, надо помнить, что в большей или меньшей мере каждый биолог, выступающий против редукционизма в науке о живой природе, — виталист. С точки зрения Любищева, витализм был не признанием непознаваемых особенностей живого, но требованием искать специфические законы целостных организмов, интегральные закономерности живого, не сводимые к свойствам «кирпичиков». В этом смысле витализмом является и общекибернетический подход с его поисками общих законов регуляции, не сводящихся к механическому взаимодействию частей, и «ирредукционизм» в общей теории систем, и многое другое, вполне естественно воспринимаемое философией диалектического материализма. На наш взгляд, заслуга Любищева в том, что он показал, как в истории биологии настоящий витализм проявлялся имен-

⁵ Александр Гаврилович Гурвич (1874–1954) – цитолог, эмбриолог, биофизик. Разрабатывал теорию биологического поля. Лауреат Государственной премии СССР.

⁶ *Энгельгардт В.А.* Интегратизм – путь от простого к сложному // *Природа*. 1972. № 1.

⁷ *Аддитивностью* (от лат. *additivus* – прибавляемый) называется такой тип отношений между целым и его частями, при котором свойства этого целого полностью определяются свойствами частей. Принцип неаддитивности, о котором говорит С.В.Мейен, предполагает, что свойства природных, в частности живых объектов, не могут быть сведены к свойствам их частей. Принцип неаддитивности иногда выражается формулой: «целое больше суммы своих частей». Неаддитивные свойства природных объектов, характеризующие их как целое, называются *эмерджентными*. Механистский и редукционистский подходы стремятся показать аддитивность всех эмерджентных свойств. (Ред.)

но в попытках формулировать общебиологические законы, а не в отрицании познаваемости живого. Наоборот, методология механицизма в биологии всегда «обожествляла» слепой случай и ограничивала сферу научного исследования.

Вместе с тем, Любищев не закрывал глаза на безыдейность многих виталистов, охотно принимавших за объяснение лишь подобие такового. Он вообще полагал, что другая традиция науки – это готовность удовлетворяться общими, приблизительными, так сказать, вербальными, объяснениями. Настоящая наука начинается там, где в основе знания лежит точно сформулированная теория с указанием сферы ее применимости. Примером такой теории он считал менделевскую теорию наследственности. Наоборот, общие рассуждения о роли естественного отбора Любищев относил к аристотелевской традиции, имеющей право на существование лишь постольку, поскольку еще не выяснен точный механизм явления.

Любищев был известен среди биологов как антидарвинист. Само слово «анти» ассоциируется с решительным отрицанием, противодействием какому-либо научному или социальному течению. В одном из писем к Н.Г. Холодному Любищев показывает, что понятие «антиучение» значительно глубже. Оно не обязательно означает голое отрицание, но может соответствовать диалектическому развитию учения согласно знаменитой гегелевской триаде: тезис – антитезис – синтез. Сейчас можно утверждать, что антидарвинизм Любищева не был полным отрицанием учения Дарвина и, тем более, не противодействием ему, а попыткой творческого развития. Любищев был большим почитателем Дарвина. Он особенно ценил добросовестность Дарвина, делавшего особый упор на факты, не согласные с его взглядами.

Что же предлагал Любищев взамен дарвинизма и его современного эквивалента – синтетической теории эволюции? Прежде всего, признание множественности факторов эволюции и направленности самого эволюционного процесса, выражающегося не в рыхлом сплетении статистических зависимостей, а в следовании определенным законам. Иными словами, Любищев был сторонником теории номогенеза. Он, высоко ценил книгу Л.С. Берга «Номогенез», но в то же время именно он подверг концепцию Берга суровой критике. Против номогенетической концепции резко выступила группа наших биологов во главе с Б.М. Козо-Полянским и В.М. Шимкевичем. И все же, вспоминая о реакции на свою книгу, Берг говорил, что наиболее серьезную и беспристрастную критику он получил со стороны Любищева и Беклемишева. Любищев считал, что и у Берга, и во многом сходного с ним по взглядам Д.Н. Соболева понятие номогенеза не расчленено на две главные составляющие: на учение об ограниченности формообразования в живой природе и на учение об определенной направленности эволюционного процесса. Можно так изложить его позицию: номогенез Берга и Соболева не во всем является собственно эволюционным учением; чуть ли не

большая часть фактов, приводимых в пользу номогенеза, вскрывает законы не эволюции, а морфологии, т. е. теснее связана с принципами учения об органической форме, чем с историей органического мира.

Из убеждения, что как формы и структуры организмов, так и эволюционный процесс подчиняются специфически биологическим законам, следовало и представление Любищева о сущности и форме системы организмов. Еще в 1923 г. Любищев выдвинул концепцию, согласно которой система организмов – это не точное отображение филогении, т.е. не изоморфна ей. Отчетливо не иерархическое, комбинативное распределение признаков на низшем таксономическом уровне (законы Менделя, закон гомологических рядов Н.И. Вавилова), постоянно вскрывающееся полифилетическое происхождение, казалось бы, вполне естественных и хорошо разграниченных групп, отсутствие иерархичности в системе низших организмов – все эти и многие другие факты и обобщения приводили Любищева к выводу, что иерархический строй – далеко не единственная возможная форма системы. Высшей формой системы он считал параметрическую, когда элементы системы располагаются по немногим параметрам, с которыми коррелятивно связаны остальные признаки организмов. Но при любой форме системы построение ее должно основываться на открытии ее внутренней структурной упорядоченности.

Таким образом, главной чертой биологического мировоззрения Любищева было глубокое убеждение, что биология должна развиваться в направлении от эластичных объяснений, специально подобранных к каждому случаю (*ad hoc*), к познанию законов, действительных для разных уровней организации живой материи. Биология должна развиваться как точная, высоко математизированная наука. При этом Любищев не имел в виду того поверхностного подхода, когда средствами математики исследователи получают более точные данные там, где раньше они довольствовались в общем вполне достоверными, но приблизительными результатами. Для Любищева математизация биологии означала неразрывную связь между интуитивным и дискурсивным знанием. Не только «поверить алгеброй гармонию, но и найти гармонию в алгебре» – было его девизом. Речь идет, таким образом, о переориентации биологии с расплывчатых объяснительных доктрин на стратегию теории, дающие возможность краткого и точного описания, а затем и достоверного прогноза. И в этом смысле Любищев был решительным рационалистом.

Отталкиваясь от общих философских соображений о реальности универсалий, он пытался искать эти универсалии в системности научных фактов, то есть, в конечном счете, искать фундаментальные математические законы, воплощенные в этих фактах. Им руководил важный эвристический принцип, состоящий в том, что все, разрешаемое достаточно полной теорией, должно существовать в природе. (Отметим, что именно этот принцип привел Менделеева к мысли, что пустые места в его таблице обязательно должны быть заполнены; на том же принципе

основано предвидение неизвестных форм, исходящее из закона гомологических рядов Н.И. Вавилова.)

Его мысли о рациональной систематике, ирредукционизме, целостном понимании науки, диалектической связи разных уровней реальности – развитые на биологическом материале, но имеющие общенаучный смысл, – оказались удивительно гармонирующими с научным направлением общей теории систем. А сам Любищев в 60-е годы оказался на переднем крае современной науки.

Любищев не оставил многочисленных учеников. У него было мало прижизненных публикаций, и, может быть, самые дорогие ему мысли так и остались необнародованными. Но осталось гигантское рукописное наследие – статьи, книги, письма. Как сказано у М. Булгакова, «рукописи не горят!» Любищев был не просто талантливым биологом, он был и незаурядным философом. Он, как может быть никто из биологов, умел обращать внимание на истоки человеческой мысли и видеть в них подлинную основу и перспективу научного прогресса, которая для нас часто затмевается «ультрасовременными» идеями.

Свое отношение к науке он выразил прекрасными словами, что ее здание никогда не строится на пустом месте и никогда не достраивается до конца. Нельзя удержаться от упоминания одного из примеров Любищева в защиту этого тезиса. В свое время отрицательное отношение к астрологии помешало Галилею построить правильную теорию приливов, поскольку он не мог допустить влияния Луны на земные события. Такую теорию построил Кеплер, серьезно относившийся к астрологическим концепциям. Значит ли это, что астрология права? Нет, разумеется, не значит. Это значит только, что, отвергая астрологические предрассудки, связанные с предсказанием судьбы (это полагала суеверием и христианская церковь, сурово относившаяся к деятельности астрологов), нельзя отвергать мысль о влиянии небесных тел на земные процессы.

А.А. Любищев жил поиском и отстаиванием истины, ради которой жертвовал всем. В трудные для нашей биологии годы, когда его идейные противники оказались под ударом, он вполне мог выступить против них. Ему ничего не стоило бы заработать славу борца против «менделизма – вейсманизма – морганизма», так как еще в 1925 г. он выступал против А. Вейсмана⁸, а в 1936 г. резко критиковал американского генетика Г. Меллера, жившего некоторое время в СССР⁹. Он мог посту-

⁸ Август Вейсман (August Weismann, 1834–1914) – известный немецкий биолог и эволюционист, профессор зоологии Фрейбургского университета. В 1900 г., до перестройки законов Менделя, выступил с идеей дискретности наследственных признаков, развив учение о «зародышевой плазме». Вейсман отрицал существование каких-либо внутренних принципов развития и настаивал на исключительном значении для эволюции естественного отбора. Действие последнего он распространял на все ступени организации живого от организмов до субклеточных структур. (Ред.)

⁹ Герман Меллер (1890–1967) – известный американский генетик, ближайший сотрудник главы американской школы генетиков и создателя «хромосомной теории наследственности» Т.Г. Моргана, лауреат Нобелевской премии. В 1921 г. приехал в

питься некоторыми жизненными принципами ради торжества хотя бы части своих идей, коль скоро открылась возможность добиться немедленного успеха в том, что ему было так дорого. То, что после августа 1948 г. Любищев решительно стал на сторону И.И. Шмальгаузена, В.Н. Сукачева и сплотившихся вокруг них биологов, говорит само за себя.

Это не случайность судьбы ученого одиночки. Это закономерность позиции человека, глубокими корнями связанного с лучшими традициями русской науки и культуры. Об этих корнях свидетельствует живой интерес Любичева к истории России и к истории духовной жизни человечества, воплотившийся в оставленном им рукописном наследии.

Советскую Россию и рассказал ведущим российским генетикам – Н.К. Кольцову и С.С. Четверикову о достижениях школы Моргана. В 1937 г. уехал из СССР в республиканскую Испанию, а затем вернулся в США. (Ред.)

ПОЛИ- И МОНО-¹

Публикуемая здесь статья А.А. Любищева была написана специально для журнала «Знание—сила». Она уже готовилась к печати, когда в редакцию пришло известие о кончине Александра Александровича Любищева, одного из старейших отечественных биологов. А.А. Любишев родился в 1890 году и пришел в биологию в начале нашего века, в переломный период ее развития. Может быть, именно это наложило своеобразный отпечаток на всю деятельность талантливого биолога. Еще в начале 20-х годов он стал работать в области теоретической биологии и опубликовал несколько статей по теории систематики, эволюции и проблемам наследственности. Интересы А.А. Любищева не ограничивались биологией. Он был большим знатоком истории нашей страны, прекрасно знал историю философии, математику, работал в области науковедения и литературоведения. Не удивительно, что круг его друзей и корреспондентов был очень широк. Каждый, кому хоть раз доводилось разговаривать с этим удивительным человеком, не просто проникался к нему уважением. Его дружелюбное отношение к научным противникам, остроумие, сочетающееся с мудростью, оптимизм, не покидавший его в самые трудные времена, принципиальность — все это притягивало тех, кому посчастливилось знать его.

Среди биологов А.А. Любишев известен как решительный противник наиболее популярных сейчас эволюционных взглядов, совмещающих учение о ведущей роли естественного отбора в эволюции с достижениями популяционной генетики. Поскольку с эволюционным учением прямо или косвенно связаны чуть ли не все другие общие проблемы биологии, то не удивительно, что и в подходе к этим проблемам А.А. Любишев очень часто не разделял господствующих взглядов. В этой постоянной «оппозиции» — особая ценность. Даже многие научные противники благодарны Любищеву за умную критику, толкавшую теорию по пути обновления, отказа от каких-то ошибочных представлений. Критики, подобные Любищеву, видимо, вообще необходимы науке, даже если они в конце концов окажутся неправыми. Для непосвященного человека вопрос об одном или многих исходных корнях у вроде бы единых групп организмов, или, иначе, таксонов, покажется не слишком уж значительным. Но спор на эту тему имеет далеко не формальное значение для современной биологии. Это один из узловых пунктов в теории эволюции, и смена воззрений на роль полифилии в развитии живого означала бы необходимость ревизии многих общебиологических воззрений.

Неверно было бы думать, что А.А. Любишев считал свои взгляды единственно достойными обсуждения и развития. Но в глубине души он, наверное, надеялся, что именно ему и его единомышленникам удалось выйти на дорогу, ведущую к новому синтезу.

¹ «Знание—сила». 1973. № 5. С. 26–29.

Мы, авторы этого предисловия, приняли участие в подготовке важной и интересной статьи Любищева к печати по его желанию. Мы взяли на себя смелость и прокомментировать ее в диалоге, напечатанном ниже. Сделано это, чтобы разъяснить все значение затронутых Любичевым вопросов.

С.В.Мейен, А.В.Яблоков

ДАРВИН: НЕУКЛОННОЕ РАЗВЕТВЛЕНИЕ

В истории науки иной раз бывало так: живет и крепнет научная теория, приобретает известность, входит в учебники, вузовские, а потом и школьные. И вот уже о ней может порассуждать и выпускник детсада. Но иногда заслуженная слава имеет изнанку: мешает нормальному критическому осмыслению научных фактов. Она как привычный фасад на здании, подвергшемся полной перестройке и модернизации.

Так, по-моему, произошло с великим достижением человеческого разума, с эволюционной теорией, со взглядами на происхождение видов, родов, семейств – всего того, что биологи именуют систематическими единицами, или таксонами. Большинство уверено, что там все ясно (кроме каких-то деталей). А, между тем, в современной мировой биологической литературе по систематике и эволюционной теории идут весьма даже горячие споры о том, например, происходят ли систематические единицы (таксоны) каждая от одного корня или от нескольких корней. Первый способ развития родословного дерева окрещен *монофилией*, второй – *полифилией*. Спор длится уже около ста лет, большинство биологов по-прежнему стоит на монофилетических позициях, но – странное дело – сторонников полифилии не убывает, а прибывает. Лица, стоящие далеко от биологии, могут думать, что это спор узких специалистов, но длительность и горячность спора показывает, что спор имеет глубокие исторические корни и связан с общебиологическими и даже философскими проблемами.

Вопрос о монофилии связывают с именем Ч. Дарвина. Единственная иллюстрация к «Происхождению видов» – схема дивергентной эволюции, где в основе – монофилетическая «вилка», разветвление от одного ствола.

По этой схеме, в прошлом разнообразие видов могло быть не меньшим, чем в настоящее время, но большинство видов вымирает, а оставшиеся, давая ответвления, то есть путем дивергенции, приходят к современному разнообразию. Принципу дивергенции Дарвин придавал огромное значение и связывал его со своим учением об естественном отборе как ведущем факторе эволюции. Чем ближе друг к другу организмы, тем ожесточеннее между ними борьба за существование. И естественный отбор, естественно, приводит к выживанию двух наиболее расходящихся форм. Поэтому Дарвин допускает сохранение новой формы

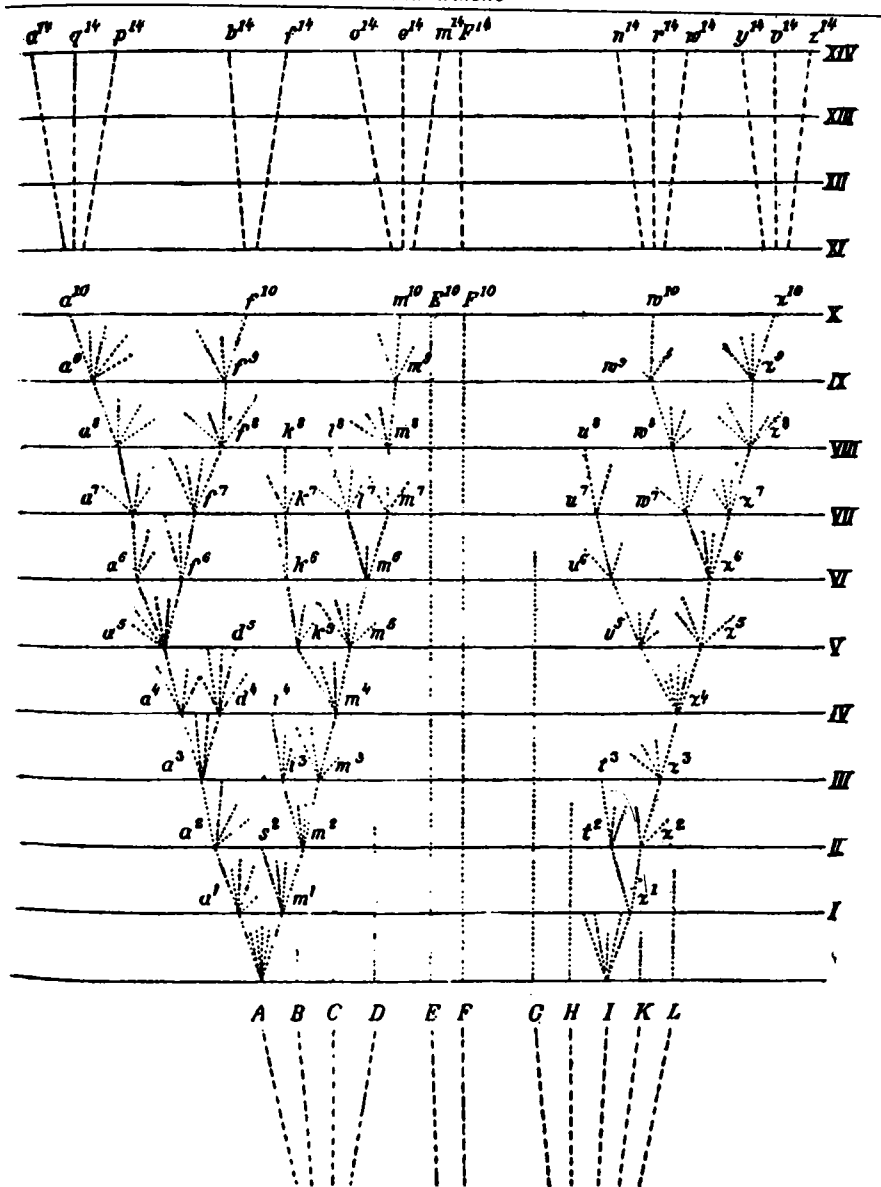


Схема дивергенции (расхождения признаков) и происхождения новых видов от ранее существовавших по Ч. Дарвину

наряду со старой лишь в тех случаях, если новая форма, переселившись в новую местность или освоив новую пищу, не конкурирует с исходной.

Схема Дарвина весьма продуманна и находится в полном соответствии с основными принципами его учения. Среди этих принципов есть и такие, важные для данной темы: 1) ведущий фактор – естественный отбор, который постепенно накапливает мелкие случайные изменения и через много поколений вырабатывает весьма совершенные приспособления; 2) так как возникновение изменений чисто случайно, то и многократное возникновение одинаковых приспособлений невероятно: вид, первым выработавший определенное приспособление, не допустит возникновения конкурента. Отсюда – невероятность нескольких корней вида, рода, невозможность полифилии.

СХОДСТВО БЕЗ РОДСТВА

Люди давно отметили, что братья, как правило, больше похожи друг на друга, на отца, чем на более отдаленных родственников. В пределах одного племени (расширенная семья) больше сходства между его членами, чем между представителями разных племен, не говоря уже о расах (белая, черная и т. д.). Это наблюдение, видимо, не раз в истории служило обоснованием аристократии (потомки лучших – лучшие). Старый принцип «сходство есть доказательство родства» стал краеугольным камнем и в системе Дарвина.

Между тем, людей давно занимали случаи сходства, совсем не связанные с родством. Самый простой, хотя, быть может, и неожиданный пример: сходство представителей одного пола между собой. Оно давно представляло загадку: каким образом у одной пары родителей, где, казалось бы, можно было ожидать тождественного потомства, появляется два «сорта» детей, резко отличных. Биологи прошлого становились в тупик перед загадкой пола, они предчувствовали лишь, что есть какие-то законы развития потомства, которые, в дополнение к родству, определяют формы. Только сравнительно недавно узнали, что деление на мужской и женский пол определяется комбинированием хромосом. Так или иначе ясно, что рождение у скромной пеструшки раскрашенного забияки-сыночка лежит где-то вне привычных представлений о сходстве родственников. И вот мы уже сразу получаем в зародыше два разных подхода к решению проблемы сходства: 1) сходство есть следствие родства и 2) сходство есть еще и следствие сходного действия определенных законов природы. Первое положение с особенной силой развил Дарвин, второе – другие биологи и, в частности, К.Э. Бэр.

Первое связано с историческим, или *тихогенетическим* подходом к эволюции (*тихогенез* – эволюция, основанная на накоплении случайных изменений), второе – с *номогенетическим* (термин Л.С. Берга: эволюция, основанная на законах развития).

СЕТКА ВМЕСТО ДРЕВА

Вряд ли есть биологи, которые целиком принимают только тихогенез или только номогенез. Надо принимать оба компонента эволюции. Вся разница в том, какой принцип принять господствующим, ведущим.

Присутствие первого, историко-генетического компонента в эволюции бесспорно. В независимо развивающихся фаунах и флорах нет (за исключением завезенных) полностью тождественных видов.

С другой стороны, Дарвин, вместе с разветвлением (*дивергенцией*), знал обратные примеры появления общих признаков у неродственных, совершенно различных животных: акулы, ихтиозавры, китообразные приобретают весьма сходную форму, приспосабливаясь к общим условиям обитания.

И все же первоначально игнорировались многие уже известные факты, прежде всего значение скрещивания при образовании новых форм. Сам Дарвин ссылается на хана Акбара, любителя голубей, путем скрещивания получившего новые породы. Дарвин скрещивал голубей и ряд растений, много фактов приведено в его большом сочинении «Об изменчивости животных и растений в домашнем состоянии». Но, используя практику селекции и гибридизации для доказательства факта эволюции, он не нашел им места в своей схеме эволюции. Возможно, что иначе в те времена и поступить было нельзя, приходилось идти на известные упрощения, спрямляя путь к цели. Но следы этих первоначальных упрощений тянутся из прошлого и «портят вид» всего здания и теперь.

Сейчас мы знаем, что путем гибридизации сразу можно получить новые «синтетические виды», скажем, известный селекционером капустно-редечный гибрид (правда, первоначально бесплодный, но это бесплодие преодолимо). Иначе говоря, виды могут получаться не только дивергенцией, но и как бы «слитием», особой формой конвергенции. Представим себе эволюционное древо Дарвина. Главная черта этого древа: все разветвления направлены в одну сторону, из прошлого в настоящее. Если допустить, кроме разветвления (дивергенции) еще и слияние, срастание веток (*конвергенцию*), крона древа обретет совсем другой вид: соседние веточки могут в любом месте соединяться, да и само древо может оказаться не деревом, а частым кустарником. Это и есть то, что можно бы назвать *сетчатой эволюцией*. Иначе говоря, пути развития и родства, изображенные схемой, могут выглядеть сеткой, а не привычным бесконечным разветвлением. К сетчатой структуре системы давно уже обращали взоры старые систематики, ее допускал и Линней, отец современной систематики. Я хотел бы подчеркнуть один несомненный, не оспариваемый обычно, но и не упоминаемый факт: *на самом низшем, внутривидовом уровне эволюции, в пределах хорошо скрещивающихся разновидностей, то есть в главном материале селекции, такая сетчатая форма развития господствует!*

Конечно, этого еще мало. Но действительно ли сетчатая эволюция, совершенно бесспорная на внутривидовом уровне, «не работает» на высших уровнях? Говорят: на внутривидовом уровне она связана со скрещиванием, а на высших уровнях – межвидовых, межродовых – скрещивание невозможно. Но, формулируя это положение, ученые не замечают, что тем самым *микроэволюция* (внутривидовая) противопоставляется *макроэволюции*, а ведь это противоречит самому духу учения Дарвина!

Между тем, скрещивание – не единственная возможность образования видов путем конвергенции (когда не из одного вида получается два, а, наоборот, из двух получается один). А симбиогенез? Лишайники представляют собой объединение по меньшей мере двух организмов – водоросли и гриба, существовавших раздельно, а потом объединившихся и давших новый целостный организм с совершенно новыми экологическими возможностями. Явления симбиоза оказались отнюдь не каким-то исключением, описаны организации, состоящие из четырех разных «доорганизмов», в журнале уже писали (С. Мейен, № 2, 3 за 1970 год) о возможности симбиотического происхождения всех зеленых растений вообще. Хромосомы, митохондрии и другие элементы клетки всерьез рассматриваются как элементарные «доорганизмы», объединенные в новое гармоничное целое. Необходимые организму, неотъемлемые от него симбионты в огромном количестве описаны у насекомых. В некоторых случаях симбиоз неполон, компоненты могут жить самостоятельно, а иногда, наоборот, уже выработана «коллективная наследственность», механизм, обеспечивающий передачу одного симбионта от поколения к поколению симбионта второго!

Взаимопомощь, соединение как необходимый противовес борьбе и вражде всеобщи в природе. Но они плохо изучены.

Короче, эти разные формы сетчатой эволюции (скрещивание, симбиогенез и другие явления, приводящие к комбинированию) существуют, их невозможно игнорировать, а значит, оставлять монофилию в качестве универсальной схемы. Родословные деревья в схемах эволюции, возможно, придется вообще «пустить на дрова».

НА ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ КУРСАХ

Но вернемся к сходству без родства. Уже Аристотель понял, что «рыба» кит – вовсе не рыба.

Иногда такая экологическая конвергенция идет очень далеко и затрагивает далеко не одни наружные признаки: например, потрясающее сходство сумчатого крота с обыкновенным кротом. Долгое время отряд грызунов считался единым отрядом, все было в порядке, рисовали стройное монофилетическое дерево. Сейчас выяснилось, что старый отряд грызунов объединял две группы животных, имеющих совершенно

различное происхождение: с одной стороны, зайцев и пищух, с другой стороны – всех остальных. Из типа членистоногих выделены первичнотрахейные, тихоходки и пятиустки. Из класса насекомых выделены три самостоятельные группы первичнобескрылых насекомых. Многоножки разбиты на четыре независимые группы. Этим группам придается или значение классов, или ограничиваются именованием их подклассами. Старые «рыбы» разбиты Л.С. Бергом на ряд классов рыбообразных организмов. Процесс дробления идет широким фронтом через всю биологическую систематику. Можно ли в этой ситуации делать вид, что ничего не происходит?

Здесь мы вплотную подошли к еще одному виду эволюции. Ветки эволюции могут не только расходиться и срастаться, они могут тянуться линейно, нигде не перекрещиваясь. И вот он, может быть, наиболее важный путь эволюции – *параллелизм*. Чтобы читатель не запутался – маленькая табличка:

1. дивергенция – из одного ствола несколько ветвей – *монофилия*;
2. параллелизм – из нескольких таксонов столько же – *парафилия*;
3. конвергенция – из двух или нескольких систематических единиц одна – *собственно полифилия*.

Факты параллелизма стали известны прежде всего палеонтологам, исследующим ископаемых моллюсков, аммонитов и других беспозвоночных. Дарвин, познакомившись с этими фактами, признал, что они не вмещаются в его схему, которая вся основана на разветвлениях (один вид, приобретший те или иные новые полезные признаки, распавшись на несколько видов, дает начало новому роду). Палеонтологи в ряде видов одного рода прослеживали независимо возникающие признаки, характерные для нового рода. Выдающийся дарвинист, основатель синтетической теории Симпсон и другие палеонтологи доказали, что признаки млекопитающих возникают не у одного «первичного млекопитающего», а независимо у разных рептилий. Таких рептильных корней нынешних зверей сейчас насчитывают по крайней мере четыре! Полифилетизм млекопитающих, следовательно, уже факт. Правда, Симпсон и его последователи продолжают считать млекопитающих произошедшими монофилетически. Ведь рептилии-предшественники, – говорят эти исследователи, – они-то уж точно от одного корня. Просто ветки – подлиннее, вот и все. По Симпсону, это монофилия в широком смысле слова, а не полифилия. Так, параллелизм исподволь включают в обычное эволюционное монофилетическое древо.

НЕВИДИМАЯ МОНОФИЛИЯ

С. Четверикову² принадлежит заслуга обнаружения запаса «невидимых»

² Сергей Сергеевич Четвериков (1880–1959) – выдающийся отечественный энтомолог, генетик и эволюционист, один из основоположников синтеза дарвинизма и

мутаций в сообществах организмов. Мутация возникла раз, но не обнаруживается до тех пор, пока в таком сообществе, популяции накопление значительного числа скрещивающихся скрытых мутантов в сочетании с благорасположением среды не выводит мутацию «в люди»: в разряд новых признаков. Все в порядке. Полифилия, одновременное появление признака у разных особей, а то и видов, – лишь для стороннего наблюдателя. А по существу – старая добрая монофилия, только длительным скрытым периодом. Такие случаи вполне возможны. Но следует ли теперь во всех случаях параллельного развития под признаками полифилии искать скрытую монофилию? Думаю, что это было бы совершенно неправильно. Современный дарвинизм – синтетическая теория – оперирует случайными мутациями, основываясь на опытах, в которых мутации вызывались облучением. Но ведь наряду с радиационным мутагенезом, действительно носящим характер случайного, непредсказуемого изменения хромосом, описан и химический мутагенез (например, советскими генетиками Раппопортом, Дубининым), носящий не случайный, а более закономерный, направленный характер. И далеко не факт, что в эволюции такой направленный мутагенез, разом – и похоже – меняющий виды и роды, срабатывал реже, чем случайный, радиационный. Радиация для жизни – вещь вообще не очень знакомая. Химическое же воздействие – другое дело. Сама жизнь – это прежде всего химические реакции.

...У некоторых земляных блошек можно наблюдать расширение первого членика. Признак – полезный, он помогает самцу прикрепиться к надкрыльям самки в решающий момент их семейной жизни. Почему-то более приспособленные виды с расширенным члеником не вытеснили менее приспособленные виды с первичным строением первого членика. Деление блошек на примитивных и усовершенствованных можно наблюдать не в одном виде, а в нескольких. Выходит, таинственный фактор, приводящий параллельно разные виды к одному и тому же признаку, – сильнее, чем всемогущий естественный отбор! Может быть, дело в «скрытой мутации»? Конечно, можно себе вообразить, что мутация с расширенным члеником возникла у воображаемого предка всех блошек, сохранилась в непроявленном виде тысячи поколений, а потом проявилась сразу у самых разнообразных видов – потомков общего предка. Но ведь расширение лапок у самцов свойственно не только блошкам, но и другим семействам, например жужелицам: неужели все это от общего предка? Такое объяснение становится совершенно уж невозможным, когда мы перейдем к другим случаям, где сходное по замыслу, но существ-

генетики. В работе «О некоторых моментах эволюционного процесса с точки зрения современной генетики» (1926) показал, что мутационный процесс происходит в природных популяциях. При этом в условиях свободного скрещивания сохраняется исходное соотношение частот аллелей (исключающих друг друга состояний одного и того же гена): по выражению Четверикова, рецессивные мутации «впитываются» в гетерозиготном состоянии». Без вмешательства отбора указанное соотношение частот аллелей (а значит – латентное состояние рецессивных мутаций) может сохраняться неограниченного долго. (Ред.)

венно отличное по выполнению нововведение возникает у очень многих родственных представителей.

Наука накапливает все больше и больше данных о том, что организмы своим сходством в гораздо большей степени обязаны законам развития, чем филогенетическому родству. Взять, например, вопрос о происхождении жизни. Там уже очевидна для всех неизбежность, закономерная неотвратимость развития материи из неживой в живую. Почему же, как только Рубикон перейден и жизнь становится фактом, мы оставляем закономерности и начинаем оперировать случайностями? Этот случайнов-вероятностный компонент эволюционного процесса, конечно, имеет место, но он не должен закрывать от нас более общий и главный – номогенетический. Видимо, на высших уровнях организации живой материи номогенетический компонент всего более значителен, его только трудно пока выявить. В пределах свободных скрещиваний элемент случайности очень велик, но и там в как будто хаотическом многообразии форм в результате скрещивания Мендель сумел найти законы. На более высоком уровне мы имеем закон гомологической изменчивости Н.И. Вавилова – прообраз и начало законов многообразия в системе организмов. Конвергенции и параллелизмы, которые сейчас порой кажутся проклятием систематиков, не расставшихся с привычным иерархическим пониманием системы, окажутся благословением при построении новой системы.

УЧИТЬСЯ ПРЕДВИДЕТЬ

Вступая в царство объективных законов из области случайностной неопределенности, мы совершаем переход, подобный переходу химии к менделеевской эпохе. Мы не только лучше поймем мир, мы научимся восстанавливать ход эволюции и предвидеть конечные результаты эволюционного процесса! В этом смысле законы Менделя можно назвать номогенезом на его первой стадии. Они позволяют предвидеть результаты скрещивания. Зная многообразие форм одного вида или рода, можно, согласно закону гомологических рядов Н.И. Вавилова, в значительной мере предвидеть еще не открытые формы.

А можно ли предвидеть свойства организмов иной планеты, развитие которой происходило заведомо совершенно независимо от развития земных организмов? Энтузиасты «астробиологии», например, покойный профессор Тихов, полагали, что на Марсе, скажем, могут оказаться не только растения разных типов, вплоть до зеленых, но и хотя бы примитивные животные. Следовательно, земные «царства» животных и растений он предвидел и на иных планетах. Законы развития приводят к возникновению только двух царств.

Ну, а дальше? Как, например, с типами? Имеем ли мы основание ожидать встретить там (правда, видимо, все же не на Марсе) земные типы и только земные типы или там все будет по-иному? Если процесс возник-

новения жизни на Земле мы считаем закономерным, то следует ли отказывать в тех же законах и другим мирам? И там, вероятно, были или есть доклеточные организмы и клеточные. Вправе мы ожидать там и организмы, которые мы отнесем к типам бактерий, водорослей, простейших организмов. А может быть, там будут и студенистые формы из двух слоев, весьма сходные с кишечнополостными? Здесь, вероятно, стоит остановиться. Я не настаиваю, что по иным мирам обязательно ползают черепахи и прыгают зайцы. Но и чувствуя, что вызову нарекания и даже протесты многих биологов, не могу не сознаться: я принадлежу к тем, кто предвидит на обитаемых планетах встречу со «знакомыми незнакомцами», типами и, может быть, классами организмов, очень похожими на земные.

В ОСНОВЕ – ХИМИЯ?

Закономерный вопрос, вероятно, уже готов у читателя: ну, а причины? Что же это за законы, исподволь управляющие ходом эволюции? Сам академик Л.С. Берг в своем «Номогенезе»³ был склонен видеть основу номогенеза в химическом составе организмов. К этой же точке зрения склонился и ботаник Благовещенский. Многие факты действительно говорят о том, что химический состав организма налагает ограничения на пути развития и способствует развитию определенных черт. Хитин, очень широко распространенное среди животных и – независимо от этого – среди грибов вещество, совершенно отсутствует, по-видимому, в типах, объединяемых в сверттип вторичноротых, включающий типы иглокожих и хордовых (мы с вами – тоже в этом таксоне).

Хитин способствует образованию наружного скелета, членистых конечностей, весьма вероятно, фасеточных глаз. При переходе на сушу, как убедительно показывает энтомолог М. Гиляров, именно хитин позволяет образоваться трахеям. Наконец, как отметил в свое время С.Четвериков, наружный скелет толкает живое к развитию и соревнованию на пути уменьшения размеров (некоторые мелкие наездники – до нескольких десятых миллиметра).

Наружный скелет может быть и известковым. Прочный известковый скелет – причина торжества и широкого распространения типа моллюсков. Но тяжелая раковина мешает передвижению, и мы видим, что увеличение подвижности сопровождается утерей раковины (осьминоги, кальмары).

На основе соединительной ткани развивается внутренний скелет, рано или поздно в нем появляется внутреннее расчленение – позвонки. То, что это явление не случайно, а тоже закономерно, подтверждается биологическим «курьезом»: позвонки находят в типе иглокожих у родственниц морских звезд офиур-змеехвосток, где в устройстве хвостов-

³ Берг Л.С. Номогенез или эволюция на основе закономерностей. Пб., 1922. Переиздано в сб.: Берг Л.С. Труды по теории эволюции. Л.: Наука, 1977. (Ред.)

лучей тот же принцип, хотя есть различия в деталях и способе построения элементов внутреннего скелета.

Перспективы химического номогенеза велики. Но исчерпывает ли он все его формы? В том, что законы жизни не сводятся к химии и физике, — не приходится сомневаться... Впрочем, это — долгий и особый разговор.

И ГАРМОНИЮ И КОЛЛИЗИЮ...

Решить проблему, какова роль номогенетических факторов и полифилии в эволюции, нелегко. Мешают и обычные трудности перестройки мышления и робость перед громадностью проблемы и ее философской значимостью. Возможно, здесь замешано еще и своеобразное головокружение от успехов молекулярной биологии. Кажется, она все расставит в старых, привычных рамках, вот-вот все объяснит. Наиболее выдающиеся представители науки большей частью не страдают головокружением: биохимик А. Сент-Дьердьи полагает, что «молекулярная биология при всех ее блестящих успехах не является последним словом в науке; существо жизненных явлений можно понять, лишь изучая живую систему в целом».

Номогенез, конечно, отрывает эволюционную теорию от привычной почвы, от традиционного понимания проблемы целесообразности. Проблема целесообразности, как будто решенная Дарвином (целесообразное выживает в борьбе за существование), вновь встает во всей грандиозности, это — глубоко философская проблема.

Сам Ч. Дарвин считал своей главной заслугой вовсе не решение проблемы целесообразности, а другое — опровержение учения о постоянстве видов, признание эволюции для всего органического мира. Эта заслуга останется за ним навсегда. Важно также, что он в твердыне проблемы целесообразности указал на возможность ее решения, хотя сейчас приходится признать, что его решение касается лишь частных, но не всей проблемы в целом. И недостаточность дарвинистического объяснения прекрасно понимал не кто иной, как Энгельс. В письме П.Л. Лаврову⁴ от 12–17 ноября 1875 года Энгельс пишет: «В учении Дарвина я согласен с *теорией развития*, дарвиновский же способ доказательства (борьба за существование, естественный отбор) считаю всего лишь первым, временным, несовершенным выражением только что открытого факта. До Дарвина именно те господа, которые теперь всюду видят только *борьбу* за существование (Фогт, Бюхнер, Мошотт⁵ и другие), делали ударение как

⁴ Петр Лаврович Лавров (1823–1900) — известный русский философ и социолог, публицист, один из идеологов *революционных народников*. (Ред.)

⁵ Карл Фогт, Людвиг Бюхнер, Якоб Мошотт — наиболее известные представители так называемого «вульгарного» материализма в Германии, приобретшего популярность в 50-е — 60-е годы XIX века на волне упадка господствовавших до этого идеалистических течений в философии (прежде всего — *гегельянства*) и прогресса

раз на *сотрудничестве* в органической природе, на том, что мир растений доставляет животному миру кислород и пищу, а животный мир, наоборот, дает растениям углекислоту и удобрения, как это особенно подчеркивал Либих. Оба эти взгляда до известной степени правильны, но как тот, так и другой одинаково односторонни и ограничены. Взаимодействие тел – как мертвой, так и живой природы – включает в себя как гармонию, так и коллизию, как борьбу, так и сотрудничество». (курсив Энгельса – *Ред.*)

Из статьи В.И. Ленина «К. Маркс», написанной в 1914 году, можно привести такое место: «В наше время идея развития, эволюции, вошла почти всецело в общественное сознание, но иными путями, не через философию Гегеля. Однако эта идея в той формулировке, которую дали Маркс и Энгельс, опираясь на Гегеля, гораздо более всесторонняя, гораздо богаче содержанием, чем ходячая идея эволюции. Развитие, как бы повторяющее пройденные уже ступени, но повторяющее их иначе, на более высокой базе (отрицание отрицания), развитие, так сказать, по спирали, а не по прямой линии, развитие скачкообразное, катастрофическое, революционное; – “перерывы постепенности”; превращение количества в качество; – внутренние импульсы к развитию, даваемые противоречием, столкновением различных сил и тенденций, действующих на данное тело или в пределах данного явления или внутри данного общества; – взаимозависимость и теснейшая, неразрывная связь всех сторон каждого явления (причем история открывает все новые и новые стороны), связь, дающая единый, закономерный, мировой процесс движения, – таковы некоторые черты диалектики как более содержательного (чем обычно) учения о развитии»...

Мы видим, таким образом, что вопросы полифилии и монофилии действительно приводят нас к глубочайшим проблемам философии, и поэтому понятна та страстность, которая сопровождает эти споры. Ясно, что работа по разработке проблем, связанных проблемами эволюции, очень трудна, но, вместе с тем, необходима, ибо открывает новые перспективы для развития биологии.

А.А.Любичев

естествознания. Как пишет историк материализма Ф.А.Ланге, «крушение немецкого идеализма, которое мы считаем с 1830 года, перешло постепенно в борьбу против существующих властей в государстве и церкви, борьбу, при которой философский материализм играл сначала лишь подчиненную роль, между тем как однако же весь дух времени начал склоняться к материализму». Подробнее см.: Ланге Ф.А. История материализма. СПб.: 1899. (*Ред.*)

ОБ УРОВНЕ НАШЕГО НЕЗНАНИЯ. ДИАЛОГ¹

С.В. Мейен (далее – **С.М.**) – Алексей Владимирович! Мы с вами придерживаемся различных точек зрения на проблему, о которой пишет А.А. Любищев, и могли бы продолжить разговор в виде спора. Вы пробовали бы убедить меня, а я – Вас. Но мы заранее знаем аргументы друг друга, и у меня такое предложение. Давайте разберемся, почему мы не можем договориться. В чем источник наших противоречий, и нельзя ли эти противоречия решить, так сказать, диалектически ко взаимному удовольствию?

А.В. Яблоков (далее – **А.Я.**) – Предложение заманчивое. Я его принимаю, но с условием. Не все читатели журнала следили за многолетней дискуссией о монофилии и полифилии. Сейчас они прочли статью Любищева. Наверное, надо выслушать и другую сторону. Поэтому я предлагаю: сначала я вкратце выскажусь от имени «монофилетиков», затем уже мы примемся за противоречия. Идет?

С.М. – Вполне.

А.Я. – В своей статье А.А. Любищев прекрасно излагает точку зрения Дарвина. Но он недостаточно разъяснил, что нельзя отождествлять дарвиновское учение и вышедшую из него современную эволюционную теорию – ее иногда называют синтетической теорией эволюции. Так вот она давно отказалась от строгой монофилии. По Дарвину, все современные растения или животные произошли от считанного числа форм (не более десятка). В последней главе «Происхождения видов» даже допускалась мысль, что все организмы произошли от одной прародительской формы. Наверное, ни один дарвинист сейчас так не думает. Вся эволюция идет через непрерывное перемешивание генетического материала в популяциях, то есть достаточно больших группах, численностью в сотни, тысячи и даже миллионы особей. Иначе говоря, предком вида является не пара особей, а отдельная популяция другого вида. Есть и другое отличие современного дарвинизма от классического. Шире, чем раньше, понимается естественный отбор. Функции индивидуального контроля индивидов, которым раньше придавали большое значение, за ним оставлены, но основное поле деятельности мыслится в другом. Это как бы обобщенный Покупатель, имеющий дело с обобщенным Производителем.

С.М. – Оценивается не отдельная вещь, а вся партия товара?

А.Я. – Да. После известного синтеза генетики и теории эволюции

¹ «Знание–сила». 1971. № 5. С. 30–31.

стало ясно, что весь стиль работы отбора – статистический, а не единичной выбраковки.

Теперь о сходстве и родстве, о чем пишет Любищев. Тезис «сходство есть свидетельство и мерило родства» часто понимают буквально. На самом деле сходство – не автоматически действующий измерительный прибор родства, а общая тенденция. Никто не будет оспаривать законов наследственности. Вот яркое проявление этой тенденции! С другой стороны, как верно пишет Любищев, еще Дарвин знал о конвергенции. Что там Дарвин! О том, что дельфины – не рыбы, писал еще Аристотель. Никто из дарвинистов не будет утверждать, что сходство позволяет безоглядно судить о родстве. Но от этого общая тенденция не исчезает.

С.М. – Могу продолжить вашу мысль. Даже сходство дельфина и рыбы не вполне независимо от родства. В конце концов, ни одно млекопитающее, переселившееся в воду, не уподобилось морским беспозвоночным – кораллам, двусторкам, осьминогам. Унаследованные от «рыбных» предков свойства сработали, дельфины стали похожи на рыб, не кальмаров!

А.Я. – Верно. Даже здесь сходство осталось свидетельством родства, пусть отдаленного.

С.М. – Не будет ли такое сходство фактом в пользу номогенеза?

А.Я. – Смотря как понимать номогенез. Ограничений в эволюции дарвинизм не отрицает. Существует тесная связь между органами, а уже поэтому каждый орган может изменяться лишь в определенных рамках. Недаром опытный систематик довольно точно определяет животное по пустой раковине или одному позвонку. Есть и другие ограничения того же рода. Другой вопрос – каково их место. По-моему, сторонники номогенеза перегибают палку, а главное, хватит говорить о законах, покажите их, тогда и обсудим!

С.М. – Вы не договорили о монофилии и полифилии. По-вашему, Любищев не прав?

А.Я. – Формально и он, и другие «полифилетики» правы. Отказавшись от считанного числа исходных форм, «монофилетики» лишились единственного четкого критерия монофилии. Внешне и идея, и направление дискуссии сильно изменились. Считать число предковых форм оказалось бессмысленным: никто этого все равно не узнает. А теперь не по форме, а по существу. Если нынешние монофилетики отошли от буквы дарвинизма, то дух они сохранили. Мы знаем, что млекопитающие произошли от нескольких групп рептилий, но все же рептилий, то есть столь же четкой группы. Вот если бы выяснилось, что они произошли частью от рептилий, а частью от совсем других зверей, то это была бы настоящая полифилия. Дело не в длине веток, как остроумно пишет Любищев, а в общем принципе генетической, исторической преемственности таксонов.

С.М. – Вы ничего не сказали о симбиогенезе, об явно полифилетическом происхождении лишайников.

А.Я. – Лишайники действительно «не предусмотрены» дарвиновской схемой, если понимать ее ограниченно. Но прежде, чем ставить это в упрек дарвинизму, надо решить, являются ли лишайники настоящей систематической группой, истинным таксоном. Ведь в каждом лишайнике – определенный гриб и определенная водоросль. Может быть, их – с эволюционной точки зрения – правильнее считать истинными таксонами?

С.М. – Могу помочь Вам в аргументации. У разных раковотшельников на раковинах постоянно сидят актинии. Тем не менее никто не объединяет раков и актиний, скажем, в один род. Все же пример с лишайниками был взят Любищевым не зря. Сразу встает вопрос: что мы понимаем под систематической группой, какой смысл вкладываем в слово «таксон»? Можно подойти так: млекопитающие – таксон, лишайники – нет. Согласятся ли с этим специалисты по лишайникам? Они выделяют среди них обычные роды и виды. Может быть, лучше стать на такую точку зрения: таксон таксону рознь, не надо их стричь под одну гребенку.

А.Я. – Допустим, мы признаем таксоны лишайников и их полифилию. Разве это изменит положение с таксонами и проблемой «полимоно» у тех же млекопитающих?

С.М. – Положение с млекопитающими не изменится, а теоретически такой подход открывает большие возможности. Мы приходим к общему принципиальному положению, что природа таксонов может быть существенно различной. Стало быть, различны пути эволюции.

А.Я. – Конечно! Более того, содержание таких фундаментальных понятий, как вид и популяция, тоже оказывается различным в разных группах органического мира. Добавлю еще, что в ряде случаев мы точно знаем истинно полифилетическое происхождение таких таксонов, как виды. Гибридная природа некоторых видов доказана экспериментально. Но это на уровне близких видов. На более высоком уровне положение другое. Кстати, Вы можете, помимо лишайников, назвать истинно полифилетический (в оговоренном мной смысле) таксон, рангом, скажем, выше рода?

С.М. – Боюсь, что нет. Правда, не скажу, что таких таксонов не существует или не существовало когда-то. Как только таксон оказывается полифилетическим, его разделяют, разносят в разные клетки классификации. Таксоны, сейчас считающиеся монофилетическими, просто ждут своей очереди. Примером будет любой следующий таксон с такой судьбой. Впрочем, я мог бы ответить и встречным вопросом: а Вы можете указать заведомо монофилетический таксон, которому не грозит деление в будущем?

А.Я. – Вынужден признаться – не могу. Слишком уж много мы обжигались.

С.М. – Мне кажется, надо решить такой вопрос. Нужна ли вся проблема «поли-моно» для систематики? Поли- или моно-подход только объясняют задним числом те или иные черты сходства и различия. Сами

же эти черты безотносительно к «высокой теории» в рабочем порядке систематизируются и раскладываются по полочкам. Отсюда этот парадокс: разное происхождение групп одного прежнего таксона (например, зайцев и мышей в одном прежнем отряде грызунов), когда оно доказано, не производит никаких революций, просто меняется чуть-чуть таблица – и все. О количестве исходных корней мы судим «на выходе», после построения системы, а не вначале. Нам только кажется, что из этих принципов мы исходим. В действительности мы анализируем сходства и различия организмов, группируем их по каким-то признакам и лишь потом начинаем рассуждать о происхождении...

А.Я. – Не вполне согласен. Конечно, мы не начинаем с происхождения группы. Однако вопросы происхождения встают перед нами постоянно. Они распадаются на более мелкие, частные в ходе всего исследования. Принцип «поли-моно» важен не столько при установлении группы, сколько при определении ее ранга, места в системе. Но я согласен, что в любом случае важен вопрос о природе сходства у организмов. В какой мере оно связано с происхождением, а в какой – с другими причинами, не связанными с историей прямо.

С.М. – Хорошо, давайте о сходстве. Предлагаю такую аналогию из неорганического мира. Ее еще в прошлом веке приводил А. Браун². Кубическая форма кристаллов поваренной соли – вовсе не свидетельство генетического родства кристаллов между собой. Тогда вопрос: есть ли в органическом мире нечто подобное? Живое вещество мы обычно мыслим в виде бесформенной амебы, аморфной протоплазмы. Дескать, только функция и среда наложили на эту протоплазму определенные формы. Так ли это? Неужели живая протоплазма не может организовать свое пространство в нечто более упорядоченное? Иначе говоря, какова симметрия живого? Геометрию пространства у минералов мы знаем. Это 230 федоровских групп симметрии. А живые существа? Еще в двадцатых годах Д.В. Наливкин выдвинул идею криволинейной симметрии у организмов. Джон Бернал не знал об этом, он независимо писал о царстве спиралей в живой природе. В.И. Вернадский в беседах с математиками пытался определить, какова же геометрия биологического пространства.

А.Я. – Идеи интересные, но очень общие. Хорошо бы что-нибудь конкретней.

С.М. – Вот вам более конкретное: с переходом от неживой к живой природе число групп симметрии снижается с 230 до 11 наиболее вероятных.

А.Я. – Данные Ю.А. Урманцева?

С.М. – Да. Знаете его работы?

А.Я. – Слышал его выступления. Многого не понял: непривычно все это.

² Александр Браун (Alexander Braun, 1805–1877) – выдающийся немецкий ботаник, профессор ботаники в университетах Карлсруэ, Фрейбурга и Берлина, основоположник так называемой «идеалистической морфологии» растений. (Ред.)

С.М. – Это не только ваше мнение. Конечно, Урманцев и говорит, и пишет трудновато. Но не только в этом дело. В конце концов работы по математическому моделированию естественного отбора не проще, а их читают и без особого труда понимают очень многие. Скорее, дело в стиле мышления... Урманцев показал, что родство родством, а в отношении, скажем, изомерии цветки и молекулы ведут себя одинаково. Разве это сразу поверишь?

А.Я. – Я понимаю, куда Вы клоните. Вы опять хотите сказать, что в живом мире намечаются какие-то общие структурные законы, которые и ответственны за сходство, не подкрепляемое родством. Тогда у меня сразу два вопроса. Во-первых, каким образом можно эти законы выявить? Второе: как отделить действие этих законов от сходства, связанного с общим происхождением?

С.М. – Наверное, надо начинать с таких случаев, когда о единстве происхождения просто смешно говорить. Хороший пример приводил д'Арси Томпсон³. Возьмем моллюсков и простейших, точнее корненожек. У тех и других раковины часто завиваются в правильную спираль. О родстве моллюсков и корненожек говорить смешно. Здесь самый сложный многоклеточный организм, там – амeba в ракушке. А классы спиралей повторяются с математической точностью. Таких фактов можно набрать немало.

А.Я. – Надеюсь, Вы не склонны вовсе отрицать значение генетического единства в живой природе?

С.М. – Никоим образом. Ведь я сам продолжал ваши рассуждения о

³ Д'Арси Уэнтворт Томпсон (Sir D'Arcy Wentworth Thompson) – выдающийся английский биолог, математик и философ. Связывал разнообразие органических форм с явлением неравномерного роста. Обобщил и разработал идеи великого немецкого художника Альбрехта Дюрера и голландского анатома XVIII века Петра Кампера о геометрических закономерностях во взаимном расположении и пропорциях частей тела у человека и животных, в частности, что изменением пропорций можно получить все типы человеческого лица или превратить на рисунке корову в птицу, а лошадь в человека. В 1917 г. в книге «О росте и форме» (2-е изд. – 1942 г.) предложил *метод геометрических трансформаций*, состоящий в помещении контура изучаемого организма в прямоугольную систему координат и последующей трансформации этого изображения путем различных непрерывных искривлений координатной сетки. Так ему удалось, в частности, показать, что при постепенной трансформации прямоугольной системы координат, в которую были вписаны контуры черепа одного из предков современной лошади – *гиракотерия* (*Hyracotherium*), в криволинейную систему, куда были вписаны контуры черепа современной лошади, получаются контуры черепов, совпадающие с контурами черепов известных предков лошади – *мезогиппуса* (*Mesohippus*) и *протогиппуса* (*Protohippus*), а также ряд гипотетических, не найденных в ископаемом состоянии форм. Д'Арси Томпсон полагал, что его метод применим для познания неизвестных органических форм в пределах одной или нескольких близких таксономических групп, в контексте дарвиновских представлений о непрерывной изменчивости. В то же время подобные непрерывные трансформации невозможны между крупными таксономическими группами, что связано, в том числе, с чисто математическими закономерностями, например, невозможностью непрерывного преобразования эллипсоида в эллипсоид. По мнению Д'Арси Томпсона это указывает на существование в эволюции крупных прерывистых изменений. (Ред.)

сходстве рыб и дельфинов. На общей генетической основе структурные законы лишь еще ярче проявляются! Происходит сложение факторов, и отделить их друг от друга становится трудно. Мы видим удивительное сходство форм, а более детальные исследования показывают, что за сходством – независимое развитие.

А.Я. – Да, а в других случаях перед нами непохожие, вроде бы неродственные группы. Изучаем дальше и вскрываем возможность общего происхождения. Может быть, так и в случае с амебами и моллюсками: их сходство зависит от каких-то общих структурных свойств протоплазмы. Ведь в эмбриональном развитии моллюсков характер заворачивания раковины определяется очень рано – при первом дроблении яйца. А впрочем, Вы, наверное, согласитесь, что самых глубоких источников сходства и несходства в живой природе мы просто не знаем.

С.М. – Совершенно согласен. Именно поэтому я до сих пор не вступал в дискуссию «полифилетиков» с «монофилетиками». Мне казалось, что на данном уровне нашего незнания нам рано решать самые общие вопросы о единстве или неединстве происхождения таксонов.

А.Я. – Вы хорошо сказали: «на данном уровне нашего незнания».

С.М. – Это Джон Бернал сказал.

А.Я. – Все равно. Сказано к месту. Мы слишком самоуверенны. Думаем, что много и твердо знаем, а вопросы решаем на основе каких-то туманных «симпатий и антипатий». По-моему, мы с Вами приходим к общему мнению: ставить точку в споре о моно- и полифилии нельзя. Время еще не пришло.

С.М. – Может быть, даже больше – сам спор был несколько преждевременным. Это вроде дискуссии 20 – 25 лет назад о жизни на Марсе и марсианских каналах. Были догадки, фантазии, споры, чуть ли не вражда, иронические смешки. Полетели к Марсу – и все перевернулось.

А.Я. – Не совсем так. У дискуссии «поли-моно» по сравнению с «жизнью на Марсе» всегда было одно преимущество. Она привлекала и еще привлечет внимание биологов к проблемам, над которыми слишком мало задумывались. Смысл в этом немалый.

С.М. – Значит, мы должны поблагодарить Любищева за его статью. Он показал, что это не изолированная биологическая проблема.

А.Я. – Некоторые выводы Любищева, на мой взгляд, не очень аргументированы, но в оценке его подхода Вы, конечно, правы. Подход его очень широкий, и философские корни проблемы он показал прекрасно.

ВРАЧУ, ИСЦЕЛИСЯ САМ...¹

Теории эволюции, только наиболее проработанные, можно перечислять десятками. Более того, разных вариантов классификаций теорий эволюции можно без труда набрать полтора-два десятка, причем тоже наиболее известных. Раз классификация теории выросла в особую проблему, то сколько же самих теорий? Если же все не правы, а лишь сторонники одной теории правы (например, наиболее популярной ныне «синтетической» теории эволюции), то откуда берется в биологии столько заблудших овец, да еще отнюдь не новичков в науке, а видных ботаников, зоологов, палеонтологов? Иногда пытались объяснить эти разногласия просто разной специализацией. Предпринимались и попытки объявлять все остальные теории, кроме одной (обычно – «синтетической»), окончательно опровергнутыми. Нетрудно догадаться, что такие декларации хороши лишь как психотерапевтическое самоутрачивающее средство.

Для физика, экспериментатора или теоретика, то, что происходит с теорией эволюции, выглядит, наверно, странно. Что за теория такая, вокруг которой больше ста лет высказываются противоречивые мнения ученых и никак нельзя указать, кто из них прав? Впрочем, такие упреки, будь они высказаны, едва ли будут справедливыми. Теория эволюции отличается от физических не только своей нестройностью, расплывчатостью, но и тем, что ее объекты – организмы, их сообщества, процессы их изменений – невероятно сложны и разнообразны, более того, неожиданно разнообразны. Неожиданное разнообразие – главная проблема биологии.

Заметили, что у разновидностей малины опушенность листьев зависит от климата. Казалось бы, можно ожидать того же у разновидностей ежевики – близкого вида. Но здесь степень опушенности меняется без видимой связи с климатом. Установили, что многие растения и животные, живущие на огромных площадях, очень изменчивы. Хотелось бы сделать вывод: степень изменчивости пропорциональна площади распространения. К сожалению, это не так. Есть виды (скажем, обыкновенный ясень), расселенные очень широко и сохраняющие удивительное постоянство морфологических и биохимических признаков.

Обычно систематик определяет виды животных и растений по их внешнему облику, а если не может отличить, относит к одному виду. В 30-х годах были обнаружены виды насекомых (сиблинги, или двойники), которые практически не различимы по внешним признакам, но разделены барьером нескрещиваемости. Наоборот, некоторые водоросли меняют облик до неузнаваемости, если изменился состав воды или ее температура. Случалось, ботаники с удивлением обнаруживали, что во-

¹ «Знание–сила». 1978. №7. С. 31–34.

доросли, которые описывались как разные роды, на самом деле один вид.

* * *

Самое неприятное во всех этих сложностях – их непредсказуемость. Чтобы ее было можно несколько избежать, генетики в течение многих поколений сохраняют чистые – генетические – линии животных, растений, микроорганизмов. Многие исследования приходится вести только на таких лабораторных существах. Сведения, полученные на представителях чистой генетической линии, потом можно распространить на всю линию, но часто нельзя распространять на весь вид. Нетрудно представить себе, что чувствовал бы химик, если бы ему пришлось работать в таких условиях, когда вещества, одинаково названные медным купоросом, в разных лабораториях обнаруживали бы разные свойства, причем не из-за примесей, а из-за непонятной и трудно контролируемой изменчивости самого вещества. Биолог в таких условиях работает всегда. Он никогда заранее не знает, какой подвох предложит ему изменчивость. Поэтому в биологии лишь с большим риском можно делать выводы по индукции – от частного к общему.

Физик Г.И. Наан остроумно сказал: «Нельзя проверить выполнение закона сохранения энергии для любого горящего полена в отдельности, причем в любом уголке Вселенной, но мы, тем не менее, принимаем этот закон за универсальный (строгий, абсолютный) закон природы». В физике и химии сравнительно легко распределить тела по классам, затем от каждого класса взять представителей, изучить их и сказать, что мы знаем, какие свойства будут у всех представителей класса. Поэтому когда хотели доказать, что алмаз горит в кислороде и при этом получается углекислый газ, то было достаточно сжечь несколько мелких кристаллов. Формальная логика не поощряет суждения, называемые неполной индукцией, которые в упрощенном виде выглядят так: «Некоторые объекты А суть В. Следовательно, все А суть В». Тем не менее, наука живет только благодаря неполной индукции.

Конечно, и физикам и химикам случалось обжигаться. Неожиданными были многие физические открытия. И все же, раз открыв сверхтекучесть гелия, никто не требовал проверять, проявит ли сверхтекучесть гелий, поступивший в лабораторию с другого завода и полученный по иной технологии.

Биолог тоже стремится к такой жизни. Он хочет иметь классификацию объектов, чтобы можно было сначала изучать «некоторые А», а затем спокойно говорить обо «всех А».

Помня обо всем сказанном, уже не будешь удивляться разнообразию в эволюционных теориях. Живая природа столь разнообразна, а интересы людей столь различны, что не найдется двух биологов, которые взглянут на один и тот же цветущий луг одинаковыми глазами, зададут себе одни и те же вопросы. Рассказывают, что начинающих криминалистов подвергают простенькому испытанию. В аудиторию входит лаборант и подает преподавателю стакан чаю. Потом студентов просят подробно описать, что произошло. Разнобой описаний обычно поражает будущих следователей. То же происходит и в науке, с той лишь разницей, что такие описания, во-первых, попадают в журналы и книги и, во-вторых, обрабатываются с помощью все той же неполной индукции («Если некоторые А суть В, то все А суть В»). Сейчас уже нет биолога, который бы знал одинаково хорошо, на уровне лучших специалистов, морфологию рыб и физиологию бактерий, систематику ископаемых моллюсков и динамику тундровой растительности.

Надо ли удивляться тому, что получается, когда все эти люди начинают рассуждать об эволюции? Выступая с докладом в Москве, один из главных апостолов «синтетической» теории эволюции, американец Эрнст Майр, утверждал, что эволюционные сдвиги начинаются с изменения в поведении. Именно оно вызывает смену в давлении естественного отбора и ведет к морфологическим переменам. Майр по профессии орнитолог. Поэтому неудивительно, что в ответ на вопрос, как быть с растениями, он лишь пренебрежительно махнул рукой. Его жест можно было понять только так, что у этих дурацких растений все не как надо. Среди специалистов по организмам, имеющим геометрически правильные формы, популярны представления об эволюции как о геометрических преобразованиях. Биохимики мало заботятся о морфологии и уверяют, что все видообразование может быть описано в молекулярных понятиях.

В более мелком масштабе подобный «эгоистический» подход к эволюционным проблемам приобретает такой вид. Мне один раз пришлось рецензировать статью, где автор, имея небольшой материал по одному виду растений, выдвигал совершенно новую теорию эволюции всего живого. Чтобы убедиться, что я не слишком преувеличиваю, достаточно взять любой эволюционный журнал или сборник. Подобных примеров найдется сколько угодно. У «моей» группы организмов так, стало быть, и у всех так. Или в случае критики чужих взглядов: на своем материале я этой эволюционной закономерности не вижу, стало быть, ее и вообще нет.

Здесь мы подходим к любопытной аналогии. Думается, что источник многих из эволюционных правил — пресловутая неполная индукция. В

общем такой же статус имеют, скажем, народные приметы: предсказания по народным приметам ведь часто осуществляются и за ними нередко действительно вскрываются естественнонаучные закономерности.

Я не собираюсь, опираясь на неполную индукцию, из отдельных примеров делать вывод, что все теории эволюции вообще никуда не годятся. Я вовсе так не думаю, но все же должен заметить, что они ни в коей мере не отвечают требованиям, которые предъявляют теориям точные науки. Скорее их можно сравнить с изложенными на научном языке собраниями примет, но уже принадлежащих не простому люду, а ученым.

Я предлагаю свободным от предубеждений людям рассудить, есть ли преимущества у спора эволюционистов перед спором любителей разных примет. Если вам нравится какая-то примета, а вашему другу нет, он всегда вам сможет сказать: «А вот третьего дня твои приметы нас подвели, и мы зря парились в плащах». К сожалению, я не могу назвать ни одного эволюционного обобщения, которому нельзя было бы бросить такой же упрек. Сюда относится и знаменитый «биогенетический закон» Э. Геккеля, энергично отвергаемый многими ботаниками из-за чрезмерного количества исключений. Палеонтологи быстро выяснили, что этот закон – грубое упрощение. Выдвигался «закон цефализации» – неуклонной концентрации нервных клеток в переднем конце тела животных с образованием в конце концов мозга вроде человеческого. Однако у некоторых динозавров нервных клеток набралось больше в области крестца, чем в голове.

Некоторые эволюционные законы трудно опровергнуть таким же путем, а точнее, их вовсе нельзя опровергнуть, ибо они носят характер уже не примет, а догматов, против которых бывает рискованно высказываться. Наиболее важный из догматов, по крайней мере для теорий эволюции, ставящих во главу угла естественный отбор, гласит: «Эволюция – это прогрессивная адаптация, и ничего больше». Это сказал знаменитый среди биологов математик Рональд Фишер, один из основоположников математической теории естественного отбора. Слабость этого догмата чувствовал еще Дарвин. «Кто может объяснить, – писал он в “Происхождении видов”, – почему один вид широко распространен и многочислен, а другой, близкий ему вид мало распространен и редок». И еще: «...Организмы, населяющие Великобританию, занимают более высокое место в ряду форм, сравнительно с новозеландскими. И несмотря на это, самый сведущий естествоиспытатель, изучивший виды той и другой страны, не мог бы предвидеть такого результата». С тех пор прошло больше ста лет, но заданные Дарвином вопросы так и не имеют ответов. Ни один специалист по хвойным, зная признаки обыкновенной сосны и сосны Станкевича, не смог бы предсказать, что первая войдет в число самых многочисленных в мире деревьев, а вторая будет расти лишь в Крыму.

Еще ранние критики теории естественного отбора поняли, насколько серьезны для ее сторонников подобные затруднения. В конце про-



Николай Яковлевич Данилевский

шлого века русский критик дарвинизма Н.Я. Данилевский² писал: «Если мы не в состоянии в большинстве случаев решить, полезно ли какое-нибудь изменение органическому существу или нет, то какое мы имеем право устанавливать всю теорию происхождения живых существ на понятии о специальной для них пользе именно таких изменений? Ведь нельзя же в самом деле основывать общую теорию на случайных исключениях».

* * *

Упрек Данилевского остается в силе. Хотя теории приспособления (адаптации) посвящено невероятное множество статей и специальных книг, прогресс в этом направлении окажется непропорционально мал, если подсчитать

затраченные усилия и полученные результаты. Впрочем, самое странное даже не это, а то, что до сих пор нет теории, которая руководила бы исследователем адаптаций и указывала бы ему, как эти адаптации обнаружить. Я пытался получить ответы на подобные вопросы у одного биолога, весьма авторитетного среди и физиков и биологов, но ответом было скорее недоумение, чем ясные высказывания. Ему казалось, что это слишком очевидно.

² Николай Яковлевич Данилевский (1822–1885) – выдающийся русский мыслитель-славянофил, представитель панславизма; создатель теории «культурно-исторических типов» человечества (книга «Россия и Европа», 1869 г.); увлекался естествознанием и посещал в качестве вольнослушателя естественный факультет Петербургского университета; служил чиновником в канцелярии Вологодского, а затем Самарского губернатора; с 1853 г. командировался правительством для исследования состояния рыболовства на Волге и Каспийском море, на Черном море и на севере России; в конце жизни занялся опровержением дарвинизма, начав издавать обширный труд «Дарвинизм. Критико-историческое исследование» (из печати в 1885 г. вышел первый том в двух частях; в 1889 г. посмертно была напечатана одна глава из неоконченного второго тома); этот труд получил высокую оценку таких биологов и философов как К.Э. фон Бэр и Н.Н. Страхов; в официальном отзыве Российской Академии Наук было отмечено, что труд Данилевского является исчерпывающим сводом выдвинутых возражений против дарвинизма, обстоятельно разработанных и дополненных новыми примерами; по мнению Данилевского эволюция является следствием «органической целесообразности» (понятие и термин принадлежат К.Э. фон Бэру), в основе которой лежит «разумная причина». (Ред.)

Нет, это совсем не очевидно, по крайней мере для тех, кто пытается понять приспособительное значение признаков не на специально подобранных школьных примерах, большей частью действительно тривиальных (скажем, ясно, что глаза приспособлены к зрению, а ноги к ходьбе), а на всем конкретном материале, с которым приходится работать каждый день. В ботанике издавна сложилась своеобразная мода объяснять все на свете небольшим стандартным набором факторов: свет, влага, температура, почва и т. п. Когда речь заходит о цветке, то говорят об эффективности опыления и часто вспоминают ветер (для ветроопыляемых растений) или насекомых.

Все это хорошо и, может быть, так и есть. Но как собрать доказательства, на основании каких критериев выбрать одну из множества конкурирующих гипотез? У сине-зеленых водорослей есть отличающиеся от прочих клетки – гетероцисты. Какие только функции им не приписывали: фиксаторы молекулярного азота, унаследованные от далеких предков органы размножения, запасающие клетки, регуляторы образования спор и т.д. Так что же, все правы или никто не прав? Недавно один ботаник на международном симпозиуме многословно доказывал связь формы и края листа с приспособлением к свету. А я слушал и вспоминал обычный наш одуванчик, у которого куда легче найти два разных листа, чем два похожих, и все это вдоль одной дорожки от моего дома к станции метро. Сколько было написано о том, что структура цветка контролируется насекомыми – ведущим фактором естественного отбора у энтомофильных, то есть опыляемых насекомыми растений. У некоторых видов цветки двух сортов, и, к огромному удовольствию эволюционистов, было обнаружено, что каждый из сортов опыляется лишь одним видом насекомых. Но те же эволюционисты с неудовольствием вспоминают, что другие энтомофилы поразительно неразборчивы. В.Т. Кузнецова подсчитала, что один из видов лапчатки опыляется 125 видами насекомых.

Популярные в литературе об адаптации ссылки на стереотипный и мало что объясняющий набор факторов смело уподоблю рецептам героя «Пиквикского клуба»³ незадачливого лекаря Боба Сойера, который за неимением других лекарств в своей аптеке всем прописывал каломель. Насколько я понимаю, от этого пациентам вреда не было, а польза случалась, хотя бы по линии психотерапии. Может быть, так же обстоит дело и с толкованиями приспособлений в эволюционных теориях. Догма требует (как врачебный долг в представлении Боба Сойера) дать такое толкование во что бы то ни стало. Вот и даем, а доказательств не спрашивайте, сами не знаем, как их подбирать.

³ Имеется в виду роман великого английского писателя Чарльза Диккенса «Посмертные записки Пиквикского клуба». Есть несколько переводов на русский язык. (Ред.)

* * *

Кто-то, читая эти иронические комментарии, возмутится: «Зачем же напяливать на биологов дурацкий колпак? Не может быть, чтобы никто не замечал этих трудностей!» Конечно же, я не претендую на методологическое открытие. В каждой достаточно полной сводке по эволюционной теории говорится, мельком или обстоятельно, насколько трудны адаптивные толкования. Все же пусть тот, кого возмутила моя ирония, укажет мне, в какой работе дана теория таких толкований и критерии их проверки. Я не прошу указать мне книги и статьи, говорящие о теории самих адаптации, то есть об их классификации, значении и т.д. Это уже следующий шаг в изучении адаптаций, когда мы их уже знаем, а я говорю о теории первого шага. На этот счет мне удалось найти в литературе лишь отдельные рецепты, а не разработанную теорию. В книге еще одного соавтора «синтетической» теории эволюции, Г.Л. Стеббинса, я прочел, что об адаптивности признака можно судить, когда его нет, то есть сравнивая счастливого обладателя признака и урод. Таким способом действительно можно узнать, что густая шерсть полезна в сильный мороз и что покровительственная окраска может скрыть зайца на белом снегу. Правда, тогда становится непонятным, зачем лисе зимой ярко-рыжая шуба, которая и летом едва ли ее хорошо скрывает от жертв. В литературе описан конский каштан, у которого сняли всю кору на большом участке ствола. С тех пор прошло пятьдесят лет, а каштан и не думал погибать. С критерием Стеббинса в руках можно смело сказать: сплошная кора каштанам не нужна и поэтому не возбраняется делать памятные надписи ножом на их стволах.

Тот же Стеббинс (и многие другие) предлагал устанавливать совпадения признаков и определенных факторов среды. Так, он установил, что форма лепестков может быть связана с количеством извести в почве (правда, в той же книге он назвал опылителей главным фактором отбора в эволюции цветка). Этот подход я решительно отказываюсь различать с народными приметами. Разумеется, он не удовлетворяет и многих биологов. В поисках выхода они вспомнили об истории, о предках.

* * *

В самом деле, почему надо искать приспособительный смысл каждого признака, когда этот признак мог быть просто унаследован от далекого предка, в свое время играл важную адаптивную роль, а теперь разве что не вредит или занимается разнообразными мелкими поручениями. Аргумент серьезный и отвести его нелегко. Подобную задачу безуспешно пытался решить главный персонаж в пьесе Е. Шварца «Голый король». Он хотел убедиться в чистоте крови своей невесты, но его тревожил вопрос, не была ли шалуньей какая-нибудь ее прабабушка. Для него не существовало презумпции невинности, и потому проблема не имела решения.

Отсылка к предковым формам может быть спасительной для диссертанта, когда член ученого совета, сторонник «синтетической» теории спросит на защите: «Вы хорошо описали эти щетинки у мух, но ничего не сказали об их функции. Что вы по этому поводу думаете?» Диссертант, может быть, знает афоризм знаменитого генетика Ф. Добржанского: «Неужели мухам действительно важно иметь одну загнутую вперед и две загнутые назад орбитальные щетинки?» Однако отвечать «не знаю» не хочется. Гораздо внушительнее ответ: «Адаптивный смысл загнутых щетинок у современных мух неясен. Однако, поскольку это устойчивый наследственный признак, можно предполагать, что его появление контролировалось естественным отбором и имело для предкового вида приспособительное значение». Ни доказать, ни опровергнуть это заявление нельзя.

Ссылка на предка не спасает положения по крайней мере по двум причинам. Во-первых, надо еще показать, что такая ссылка нужна. Может быть, мы просто не сумели разобраться с адаптацией у современных организмов. Значит, все равно нужна теория установления адаптации. Во-вторых, установить предка обычно очень нелегко.

Первую причину, я думаю, никто не будет оспаривать, а вторая может вызвать протесты. Как же так, скажут мне, разве биологи не умеют устанавливать генеалогические отношения современных организмов? Разве нет в палеонтологической летописи генеалогических документов? Разве неизвестно, что человек произошел от обезьяны?

* * *

Хотя я не палеоантрополог, но рискну усомниться в достоверности филогенетических построений как раз на примере человека. Один из наиболее глубоких теоретиков филогении, В. Генниг⁴, в 1950 году проанализировал главные трудности восстановления генеалогических связей между группами организмов. Признав шаткость филогенетических гипотез во многих случаях, он в конце концов делает оптимистический вывод: все трудности преодолимы, и лучший тому пример – успешное восстановление филогении человека.

Прошло меньше десяти лет. В 1959 году в Олдовайском ущелье (Танзания) Л. Лики нашел череп человека вместе с галечными орудиями в слое, имеющем возраст 1,75 миллиона лет. Это чуть ли не втрое больше возраста прежних предков человека – питекантропов. Далее последовали находки еще более древних костей и галечных орудий. Некоторые антропологи не соглашались, что это остатки именно людей. Дру-

⁴ Вилли Генниг (Willi Hennig, 1913–1976) – известный немецкий энтомолог и теоретик систематики, основоположник кладистического метода в филогенетике и систематике, в 1963–1970 гг. – заслуженный профессор Тюбингенского университета. (Ред.)

гие им возражают и относят олдовайские кости к роду *Ното* (человек). Тем не менее никто не будет оспаривать такое высказывание нашего антрополога М.И. Урысона: «Какие бы мнения, подчас противоречивые, ни высказывались в связи с этими открытиями, они пролили совершенно новый свет на самые истоки человеческой эволюции. Они заставили исследователей по-новому взглянуть на многие проблемы древнейшего прошлого человечества, дав повод для пересмотра привычных и в известном смысле уже традиционных представлений о древности человека на Земле, о его непосредственных животных предшественниках, о грани между животным и человеком... и многих других проблемах, имеющих фундаментальное значение для современной теории антропогенеза».

Примером с происхождением человека я вовсе не собираюсь порочить все наши представления о генеалогических отношениях между группами организмов. Едва ли придется подвергать сомнению сложившееся убеждение, что между человеком и обезьяной родство ближе, чем между человеком и муравьем. Установление большего или меньшего родства – высшее достижение филогенетики, которое нельзя отрицать (хотя приходится критически относиться к любому конкретному утверждению). Но от этого достижения еще очень далеко до указания предков любой группы.

Мне уже приходилось писать в «Знание–сила» о том, что от филогенетического дерева, нарисованного некогда Э.Геккелем, осталась лишь куча веток, на которой сидят биологи и подолгу пытаются приладить одну ветку к другой. Сейчас я еще более пессимистически гляжу на эту работу. Диапазон разногласий между филогенетиками бывает поразителен. Например, в качестве предков покрытосеменных растений предлагались буквально все крупные группы высших растений. Больше всего голосов получила вымершая группа «семенных папоротников» (птеридоспермов). Эти голоса принадлежат ботаникам, поскольку о вымерших группах они составляют представление не за лабораторным столом, а в библиотеке. Мне довелось копаться в огромных коллекциях остатков птеридоспермов, и я хотел бы иметь хоть долю уверенности ботаников, рассуждающих об этих растениях. А уж как из конкретных, известных палеоботанике, а не воображаемых птеридоспермов вывести покрытосеменных, я совершенно не в состоянии себе представить.

Радикальный выход из трудностей предложил палеоботаник В.А. Красилов. Он считает, что покрытосеменные произошли от нескольких групп голосеменных, причем между разными исходными линиями происходил обмен генетической информацией с помощью вирусов. Я не раз слышал неодобрительные отклики ботаников на гипотезу Красилова и хотел бы выступить в его защиту. С точки зрения современной генетики в ней нет ничего невероятного. Сейчас скапливается все больше данных, что генетическая информация перетекает не только от родителей к детям, но и всю растаскивается в сторону вирусами и, возможно, другими низшими организмами.

Если «вирусная трансгрессия» действительно была важным эволюционным фактором, то положение филогенетиков становится гораздо хуже, чем у короля в пьесе Шварца. Поди докажи, откуда принес вирус тот или иной наследственный признак, а еще лучше – попробуй доказать, что этого не было.

Я не буду раскапывать основания других эволюционных догматов, но замечу, что с их обоснованностью дело обстоит не лучше, чем с «догматом приспособления». В доказательство скажу лишь одно. Справедливость каждого общего эволюционного утверждения надо как-то проверять. Эволюция же – не то, что можно наблюдать в лаборатории. Приходится обращаться к историческим реконструкциям, прежде всего к филогенетическим. Насколько разноречивы филогенетические гипотезы, я постарался показать на примере проблемы происхождения покрытосеменных растений, а как могут рухнуть установившиеся было гипотезы – на примере происхождения человека.

Если этих примеров недостаточно, желающие могут получить у любого биолога, знакомого с филогенетикой, сколько угодно других. Особенно интересны примеры, когда одна и та же последовательность организмов рассматривается как филогенетическая, но одни филогенетики «читают» ее справа налево, а другие – слева направо. Одни филогенетики предполагают, что ядерная клетка образовалась за счет постепенного объединения органелл, раньше бывших самостоятельными организмами (например, митохондрии раньше были свободноживущими бактериями). Другие филогенетики убеждены, что все наоборот: бактерии – это митохондрии, завоевавшие независимость от клетки.

Когда появляются трудности в интерпретации, должна помочь теория, в данном случае эволюционная. Но она сама страдает от тех же трудностей. Надо искать какую-то более общую теорию. Эволюционная теория, чтобы претендовать на достоверность, должна опираться на общую теорию исторических реконструкций, но такой пока нет. На эту тему есть пока лишь отдельные статьи, содержащие пробные наброски, которые не рискнет назвать теорией никто.

Я опасаясь, что меня поймут превратно. Дескать, я отождествляю суеверия, народные приметы и утверждение биологов, что органический мир эволюционирует. Разумеется, я говорил вовсе не о том. Не надо смешивать противоречивые, шаткие и валкие теории эволюции и прекрасно установленный, подтвержденный огромным материалом факт эволюции, необратимого исторического изменения организмов. Хорошо установлены и некоторые эволюционные факторы. Со школьных лет мы усвоили триаду «наследственность, изменчивость и естественный отбор» и ассоциируем ее с дарвинизмом. Я вовсе не призываю сомневаться в подобных факторах и в заслуге Дарвина, построившего на этой

триаде эволюционную теорию. Однако, вспоминая о заслуге Дарвина, нельзя забывать следующее. Во-первых, он подчеркивал, что законы изменчивости ему неизвестны и поэтому пути эволюции представляются случайными. Во-вторых, Дарвин ничего не знал о механизмах наследственности и не мог их знать. В-третьих, понятие естественного отбора тоже далеко не простое, и Дарвин это прекрасно понимал.

В отличие от своих наиболее активных последователей Дарвин ясно осознавал ограниченные возможности своей теории, ее гипотетичность. Дарвин был уверен лишь в одном: в том, что эволюция существует и что, с точки зрения ученого, гораздо убедительнее считать разнообразие организмов результатом естественной эволюции, чем свидетельством акта творения. Именно в этом пафос «Происхождения видов» и «Происхождения человека». Что же касается конкретных факторов и путей эволюции, то здесь Дарвин очень скромно оценивал свою теорию и соблюдал удивительную осторожность в выводах. Его книги полны раздумий, сомнений, оговорок. Под влиянием критики он многое менял в своих представлениях и неизменно признавался в недостаточности наших знаний.

Изменилось ли положение теперь? И да, и нет. Мы очень много узнали о наследственности, но лишь об одной ее стороне – как передается генетическая информация из поколения в поколение. Не менее важна другая сторона наследственности: как генетическая программа преобразуется в структуру организма. И тут успехи биологии весьма скромны. Никто не знает, как от последовательностей нуклеотидов ДНК в хромосомах осуществляется переход к двум глазам и носу посередине. Проблема «осуществления» пока мало-мальски изучена лишь у микроорганизмов, да и то преимущественно с биохимической стороны. Что касается «осуществления» морфологии даже тех же микроорганизмов, то здесь почти нечем похвастаться.

С изменчивостью дело обстоит не лучше. Ее законы остаются неизвестными. Дарвин подметил некоторые изолированные закономерности, в том числе «аналогическую изменчивость», известную биологам под названием «закона Вавилова». Но все это как было, так и осталось сырым, неупорядоченным фактическим материалом, допускающим противоположные толкования. Упорядоченность изменчивости обычно использовалась не в подтверждение, а в опровержение дарвинизма. Это – один из центральных пунктов номогенеза Берга.

Естественному отбору со времен Дарвина уделялось очень много внимания. Сейчас насчитывают несколько десятков разновидностей отбора, и эволюционная роль каждой из них понятна не больше, чем во времена Дарвина.

* * *

Я нарисовал эту пессимистическую картину не для того, чтобы подразнить эволюционистов, а чтобы упрекнуть слишком самоуверенных. Я не

представляю, как при столь крупных пробелах в наших знаниях, при необходимости огромного количества весьма гипотетических допущений, при отсутствии теории адаптивных толкований и теории исторических реконструкций можно брать на себя смелость и заявлять: «Теория эволюции, которой я придерживаюсь, упразднила все прочие теории, все может объяснить, она единственно истинная и потому единственно научная». Фразу в кавычках я сочинил сам, но люди, знакомые с эволюционной литературой, подтвердят, что в ней есть ничуть не менее самонадеянные заявления. Например, один из сторонников «синтетической» теории эволюции, или СТЭ, недавно провозгласил: «Вне и помимо СТЭ не существует никаких других научных концепций эволюции». Отсюда заманчиво сделать следующий шаг: те, кто против «синтетической» теории, выступают против науки, любое иное эволюционное мировоззрение, помимо «синтетического», ненаучно.

Эти обвинения выдвигались и против номогенеза. Они настолько серьезны, что с ними надо разобраться как следует. Прежде всего, я не думаю, что наши представления о мире надо делить на научные и лженаучные.

Деление представлений и тем более целых их систем на научные и ненаучные напоминает мне детское стремление раз и навсегда поделить людей на хороших (и тогда уж решительно во всем хороших) и плохих – отпетых негодяев. Я бы выделил по крайней мере два критерия научности: осознанности задач и результатов и путей от задач к результатам; строгости мышления и изложения мыслей. Тогда на одном полюсе будет стоять осознанная строгость, а на другом – бездумная неряшливость.

* * *

В поле тяготения этих критериев ученые и их представления распределяются довольно равномерно и не обязательно профессиональными группировками. Ближе всего к идеалу научности расположится математика. Биология рассеется по всему полю, и многие ее разделы не смогут похвастаться осознанной строгостью. Биологи мало интересуются тем, что сделало математику царицей наук, – поиском аксиом (постулатов) и формулировкой правил для вывода теорем. Математик должен знать теорему Пифагора и уметь ее вывести на основе исходных аксиом и общих правил вывода. Биолог может знать какое-нибудь обобщение, но обычно не подозревает ни о его исходных постулатах, ни о правилах его вывода. Математика задумывается над самыми глубокими своими основаниями, она «рефлексирует». В биологии таким делом заниматься если и не рискованно, то и не похвально. Вот пример: ни один из сторонников уже упоминавшейся «синтетической» теории эволюции не выписал ее основополагающих постулатов. Это попробовал сделать критик этой теории известный биолог А.А. Любищев (герой документальной повести Д.А. Гранина «Эта странная жизнь»). Он же, хотя и симпатизировал номогенезу, подверг глубокому анализу и обстоятельной критике книгу

Л.С.Берга, о чем сам Берг потом с признательностью вспоминал. Любищев впервые составил списки постулатов не только этих, но и других эволюционных теорий, показал, как из неосознанной комбинации этих постулатов создаются новые эволюционные теории, появление которых вполне можно было предсказать.

Тем не менее, среди биологов, знакомых с этими работами, широко распространен миф, что Любищев был сильным, въедливым критиком, но ничего конкретного сам не сделал. То, что в математике ценится выше всего, в биологии считается в лучшем случае полезной критикой.

Степень самосознания, рефлексивности – главный критерий зрелости науки. И тем не менее, я не призываю к «борьбе» за рефлексивность в биологии. Призывы к строгости и вдумчивости столь же неэффективны, как и призывы к честности. Шумная борьба с нечестностью может приводить не к правдивости, а к более осторожному вранью. Борьба за рефлексивность означала бы обвинение других в бездумье, а это означает нарушение важных этических норм – такта и самоконтроля.

Рефлексия в науке подразумевает прежде всего такт и самоконтроль ученого. Тогда на противоположном, «нерефлексирующем» и «лженаучном» полюсе будет отсутствие и такта, и самоконтроля. Каждый, кто хоть немного страдает недостатком того или другого, приближается к тому, что стало принято называть лженаукой.

«Врачу, исцелися сам» («medici, cura te ipsem») — гласит римская поговорка.

* * *

Может быть, у читателя возникнет вопрос: «А сам-то он, автор, что думает, какую теорию эволюции исповедует? «Синтетическую» теорию он не признал, номогенезом тоже недоволен. Он что, все знает?» Отвечу словами любителя парадоксов, мудрого Г. Честертона⁵, точнее, персонажа его рассказа профессора Джона Оливера Опеншоу. Яростный критик спиритизма и не менее яростный критик противников спиритизма, он так отвечал на возмущенные вопросы знакомых о его собственном отношении к явлениям духов: «Я на вас не сержусь, — смеялся он. — Вы в спиритизм не верите, даже если вам привести неоспоримые факты. Но меня вечно спрашивают, что я хочу доказать; никто не понимает, что я ученый. Ученый ничего не хочет доказывать. Он ищет».

⁵ Гильберт Кийт Честертон (1874–1936) – известный английский писатель и эссеист. Профессор Джон Оливер Опеншоу – персонаж рассказа «Проклятая книга» из цикла «Недоверчивость отца Брауна» (1927 г.). (Ред.)

«ГОЛОВОЛОМКИ» ИЛИ ПРОБЛЕМЫ ЭВОЛЮЦИИ?¹

В вышедшей недавно в русском переводе книги Т. Куна «Структура научных революций» введено интересное понятие головоломок». Т. Кун различает фундаментальные проблемы науки, от решения которых зависит само существование господствующей системы взглядов («парадигмы»), и более частные вопросы, решаемые в соответствии с заданными парадигмой инструментальными и методологическими предписаниями. Такие частные вопросы и названы им «головоломками». Из них складывается «быт» нормальной науки,двигающейся к поставленной парадигмой цели путем разрешения небольших «бытовых» конфликтов.

От знакомства с современной литературой по теории эволюции органического мира создается впечатление, что подавляющее большинство эволюционистов увлечено именно таким решением головоломок. Общие представления о факторах и механизмах эволюции стабилизировались и уже вошли в учебники и сводки. Поэтому свою задачу многие, если не большинство эволюционистов, видят в том, чтобы эти представления разработать на «своем» материале и несколько уточнить. Если какие-то области биологии еще не содействуют укреплению парадигмы, то надо восполнить эти пробелы. Заодно можно заняться историей парадигмы и показать ее становление, попутно выразив удивление, что кто-то по непонятным причинам еще не примкнул к ней. Хотя в заголовках статей и книг продолжает фигурировать значительное слово «проблема», но скорее это происходит по традиции и связано со стремлением придать вес собственным исследованиям. Может быть, именно поэтому слово «проблема» в эволюционной биологии существенно девальвировалось, стало синонимом «головоломки», т.е. частного «вопроса» науки.

При современной специализации биологических наук, характеризующих жизнь на всех уровнях организации, и большом количестве специализированных биологических изданий из поля зрения биологов начал постепенно уходить «организм в целом», невольно обедняются представления о разнообразии эволюционных явлений, формальные модели нередко заслоняют саму жизнь, нынешнюю и минувшую...

¹ Природа. 1976. № 8. С. 145–147. (в соавторстве с Б.С.Соколовым). В настоящем издании печатается в сокращении.

МОЖЕТ ЛИ БЫТЬ ПОБЕДИТЕЛЬ В ДИСКУССИИ О НОМОГЕНЕЗЕ?²

На страницах «Природы» (1974, № 8, с. 65) А.А. Яценко-Хмелевский писал: «С позиций современной биологии теория номогенеза некорректна, как понимают это определение в физике, т. е. находится в противоречии с другими, точно установленными фактами. И поэтому она должна быть

² Природа, 1979. № 9, с. 114–116. Статья представляет собой выступление в дискуссии по поводу теории эволюции Л.С. Берга на страницах указанного журнала. В дискуссии приняли участие также Ю.А. Урманцев, В.П. Алексеев и А.К. Скворцов. Во вводной редакционной статье к указанной дискуссии отмечалось (Природа, 1979, №9, С. 113): После переиздания «Трудов по теории эволюции» известного биолога, академика Льва Семеновича Берга (Л.: Наука. 1977 – *Ред.*), его идеи, вызвавшие в свое время много споров, вновь стали дискутироваться. Нам показалось целесообразным вынести эти обсуждения на страницы журнала. Помещаемые ниже статьи – не рецензии на книгу в целом. Это, скорее, отдельные мысли, к которым пришли разные ученые после того, как перечитали «Труды» Л.С. Берга и обдумали свои впечатления.

Чтобы сразу ввести читателя в суть дискуссии, напомним, что свою теорию эволюции Л.С. Берг назвал номогенезом (от греч. *nomos* – закон); это гипотеза, согласно которой эволюция организмов осуществляется на основе внутренних закономерностей. Номогенез Л.С. Берг противопоставлял дарвинизму, который обозначал как «тихогенез» (от греч. *tyche* – случай), что означает эволюцию на основе случайности. В концентрированном виде это противопоставление представлено на с. 311 «Трудов по теории эволюции» Л.С. Берга. Приведем основные положения:

Дарвин: организмы развились из одной или немногих первичных форм,

Берг: из многих тысяч первичных форм.

Дарвин: дальнейшее развитие шло дивергентно,

Берг: преимущественно конвергентно.

Дарвин: на основе случайных вариаций отдельных особей,

Берг: на основе закономерностей, захватывающих массы особей.

Дарвин: путем медленных, небольших изменений,

Берг: скачками, пароксизмами, мутационно.

Дарвин: наследственных вариаций масса и идут они по всем направлениям,

Берг: наследственных вариаций ограниченное число и идут они по определенным направлениям.

Дарвин: борьба за существование и естественный отбор служат фактором прогресса,

Берг: борьба за существование и естественный отбор служат консервативным фактором, охраняющим норму.

Дарвин: виды в силу происхождения путем дивергенции связаны переходом друг с другом,

Берг: резко разграничены в силу мутационного происхождения.

Дарвин: эволюция состоит в образовании новых признаков,

Берг: в значительной степени в развертывании задатков.

Дарвин: вымирание происходит от внешних причин,

Берг: как от внешних, так и от внутренних причин» (*Ред.*)



Лев Симонович Берг

отброшена». То, что эти слова потребовалось снова написать более полувека спустя после выхода «Номогенеза», весьма показательно. Ведь за это время номогенез отбрасывали, хоронили, упраздняли много раз. И тем не менее в каждом новом поколении исследователей находились приверженцы концепции Л.С. Берга. Переиздание книги Л.С. Берга в 1977 г. привело к росту их числа. Дискуссии «номогенетиков» и «селекционистов» (сторонников нынешнего варианта теории естественного отбора) оживились. Думается, что, как и в прошлом, эти дискуссии принесут определенную пользу, но они едва ли завершатся окончательной победой одной из сторон. Обе концепции, как можно было убедиться из исторического опыта, удивительно живучи.

Оставим в стороне не вполне тактичные предположения, что приверженность к той или иной концеп-

ции отражает разные уровни компетенций исследователей (нетрудно догадаться, как оценивает каждая сторона компетенцию противника). Не будем обращать внимания и на то обстоятельство, что селекционистам принадлежит большинство в биологических кругах. Вместо этого зададим себе такой вопрос: если конфликт между двумя концепциями затянулся на многие десятилетия, то не означает ли это слабости обеих концепций? Не может ли быть так, что в своем нынешнем состоянии ни одна из концепций не имеет решающего преимущества? Постараюсь показать, что такой вариант отнюдь не исключен. Более того, номогенез и современный селекционизм имеют одни и те же дефекты, причем весьма фундаментальные.

Больше всего претензий к номогенезу вызвало отношение Л.С. Берга к проблеме целесообразности. Приписав живому некую «изначальную целесообразность», Л.С. Берг ушел от решения проблемы. Само это понятие получило у него двойной смысл. В одних местах книги он ставил целесообразность в один ряд с такими свойствами живого, как целостность, активность, способность к репродукции. В других местах он все эти свойства трактует как компоненты целесообразности. Так или иначе, Л.С. Берг не смог предложить почти ничего вместо дарвиновского учения о приспособлении организмов к среде путем естественного отбора.

Считается, что селекционизм, в отличие от номогенеза, в принципе справился с проблемой целесообразности. Так ли это? В литературе

сложился некоторый круг часто повторяющихся примеров приспособительного значения признаков. Некоторые примеры и в самом деле весьма убедительны. Едва ли надо кого-либо убеждать, какое значение имеют для соревнования волка и оленя острое зрение, чуткий слух, тонкое обоняние. За столетие с лишком, прошедшее после выхода «Происхождения видов» Дарвина, биологи много узнали о сложнейших приспособлениях организмов. Но вот что любопытно: по вопросу о приспособительном значении каждого конкретного признака неизменно возникают дискуссии. У многих хвойных пыльца снабжена воздушными мешками, которые трактовались и как транспортное средство, и как приспособление против высыхания, и как гидростатический аппарат для проникновения в пыльцевую камеру. Так что же, все эти интерпретации правильны или ни одна из них? Как выбрать одну из нескольких интерпретаций? В более общей форме можно спросить так: каковы общие принципы поиска интерпретации приспособлений и принципы проверки предложенных интерпретаций?

К сожалению, на эти вопросы не дают ответа ни селекционизм, ни номогенез. Показательный пример: в коллективной монографии «Философские проблемы теории адаптации» (ред. Г.И. Царегородцев, М.: 1975) говорится о классификации адаптаций, фазах адаптиогенеза, теории адаптивного реагирования и о многом другом, но не о главных и как раз философских проблемах: каковы принципы обнаружения адаптации и каковы критерии истинности сделанного вывода. Ясно, что теория адаптации должна лежать в основе эволюционного учения, будь то селекционизм или номогенез. Но можно ли говорить о существовании теории, если она не предлагает инструмента для выявления самих адаптаций и не указывает критериев истинности заключений?

В том, что в сказанном нет преувеличений, может легко убедиться каждый биолог. Для этого надо взять не специально подобранные примеры приспособительных признаков, а любой курс систематики, где даются описания родов, семейств и других конкретных групп. Взяв наугад любую группу, попробуйте отыскать в литературе приспособительный смысл всей той массы признаков, которыми различаются эти группы. Можно взять вместо этого любой определитель и попытаться раскрыть приспособительный смысл всех тех различий, которые играют роль тез и антитез в дихотомическом ключе. Этот опыт легко убедит любого биолога, даже если он узкий специалист по выбранной группе, что эта задача биологии не по плечу. Мы не знаем, какие факторы отбора создали пять лепестков у цветка гусиной лапки и четыре лепестка у сурепки, шесть ног у насекомых и восемь у паукообразных.

Иногда удается установить совпадение какого-либо фактора среды и появления признака. Например, оказалось, что красные формы божьих коровок более устойчивы к зимним холодам, зато черные формы имеют преимущество при летнем размножении. Казалось бы, получено объяснение того, что называется устойчивым адаптационным полиморфиз-

мом. Действительно, сам факт связи полиморфизма как такового с определенными условиями показан, но не показано главное: почему полиморфизм должен был проявиться именно так, а не иначе, какой приспособительный смысл имеет закономерное разнообразие рисунка внутри черной и красной форм.

Когда биолога начинают с пристрастием допрашивать таким образом, то рано или поздно он начинает ссылаться на корреляции признаков и унаследование признаков от предков. Иными словами: я не знаю, зачем насекомым именно шесть ног, но так уж сложилось у далеких предков. А им это было позарез нужно неизвестно для чего или возникло из-за сцепленности признаков в онтогенезе (корреляция).

Далекие предки и сцепленность признаков – замечательные палочки-выручалочки для биолога, трактующего эволюцию как исключительно приспособительный процесс. Беда только в том, что неизвестно, как этими палочками пользоваться. Можно воспользоваться ссылками на предков или корреляцию как общей предпосылкой, постулатом, но такое заклинание имеет мало преимуществ перед ссылкой на изначальную целесообразность. Ведь на самом деле требуется сказать, в чем именно заключается корреляция, как она осуществляется, о каких конкретно предках идет речь и в чем конкретно им был выгоден интересующий нас признак.

Такая конкретизация означает, во-первых, знание фундаментальных механизмов онтогенеза и, во-вторых, умение однозначно реконструировать предка. То, что онтогенез, по словам того же А.А. Яценко-Хмелевского, – «самая темная область современной биологии», не нуждается в объяснении. Мы даже не знаем, где искать ответ на главные вопросы. Известно, как происходит развитие зиготы во взрослый организм, но совершенно неизвестна система команд, ведущая этот процесс в каждом новом поколении организмов. Не лучше обстоит дело и с достоверным знанием предков. Мы не знаем происхождения насекомых и водорослей, позвоночных и покрытосеменных. Мало-мальски достоверные, не оспариваемые никем филогенетические линии – редкое исключение, а не правило в биологии. Ситуация с филогенией в точности та же, что и с приспособительными интерпретациями: не существует общих принципов, позволяющих не только реконструировать прошлое, но и выбирать одну реконструкцию из множества конкурирующих.

Любопытно, что и селекционизм, и номогенез обходят эти проблемы. Онтогенетические данные используются в них очень мало, преимущественно как средство реконструкции филогенеза (рекапитуляции и т. п.), а также для обоснования тезиса о связи филогенеза и онтогенеза. В остальном современные онтогенетические исследования почти не используются в разработке эволюционной теории. В частности, наличие онтогенетических корреляций (в том числе, плейотропное действие ге-

нов³) принимается лишь как некоторая общая посылка, якобы не нуждающаяся в конкретизации. Чтобы убедиться в этом, достаточно взять наиболее известные сводки по эволюционной теории, вышедшие в последнее десятилетие.

Особенно бросается в глаза сходство селекционизма и номогенеза в отношении исторических реконструкций. Селекционизм выбирает из филогенетики подтверждения монофилетической эволюции таксонов, а номогенез – аргументы в пользу полифилии. Что же касается анализа достоверности филогенетических деревьев, поиска общих критериев их истинности, то ни одно из учений этим не занимается. Л.С. Берг писал, что гнетовые предвосхищают эволюцию цветковых. Большинство ботаников видит в неполно развитой обоеполости этих растений нечто противоположное – редукцию органов размножения, ранее бывших типично обоеполыми. Очевидно, теория должна помочь в выборе истинного варианта. Ни селекционизм, ни номогенез такой теорией не располагают.

Последнее обстоятельство – самое важное в оценке селекционизма и номогенеза. Как никак эволюция – это прежде всего исторический процесс. Теория эволюции не только проверяется историческим материалом, но и должна помогать восстанавливать историю. Это значит, что достоверность восстановления истории для теории эволюции сравнима по значению с достоверностью эксперимента в эмпирических науках. Разве не парадоксально, что именно здесь, в самом важном пункте – проблеме истинности исторических реконструкций – противники оказались в одинаковом положении? Все же справедливость требует отметить, что патриархи обоих учений были осторожнее последователей. Дарвин не раз подчеркивал недостаточность биологических знаний своего времени. Л.С. Берг, говоря о номогенезе как закономерной эволюции, подчеркивал: «Как проявляются эти закономерности, это мы видим, но почему они таковы, это пока скрыто от нас» (с. 310).

Хотя мы много узнали за прошедшие с тех пор десятилетия, фундаментальные проблемы, которые упомянуты выше, даже не сформулированы как следует. Раз так, кажется неразумной самонадеянностью утверждать, что селекционизм истинен, а номогенез устранен (или наоборот). Поэтому лучше не отвергать ни одно из учений, а поступать как в шахматной игре, обдумывая все возможные варианты на много ходов вперед. Партнер в этой игре – живая природа – рано или поздно укажет, какие теоретические варианты бессмысленны. Важно только не принять за эти указания собственные субъективные симпатии и антипатии, традиции научных школ. А это означает критический подход к делу.

Эволюционной теории знакомы широкие спекуляции и неконтролируемое коллекционирование фактов, часто совершенно не осмысленное и служащее бесконечному подтверждению заранее принятого дог-

³ Способность генов оказывать влияние одновременно на несколько признаков организма (Ред.)

мата. Обе тенденции, сопоставимые с рационализмом и эмпиризмом в философии, не могли не породить скептицизма, а с ним – безразличия к эволюционной теории. Думается, что сейчас эволюционная теория испытывает недостаток не в новых спекуляциях или новых массивах фактов (ибо неизвестно, что делать со старыми), а в сквозном, глубоком и конструктивном критицизме.

ВООБРАЖАЕМАЯ ИЛИ НЕВООБРАЗИМАЯ БИОЛОГИЯ¹

Решая возникшие бытовые проблемы, мы начинаем задумываться, что и как мы делаем, не допустили ли ошибок в прошлом, советуемся с друзьями, пробуя опереться на их опыт. В точности так же поступает и наука. Ей есть о чем подумать. На дворе – информационное половодье. Что это такое, ощущает на себе каждый ученый.

Ситуация напоминает кризис перепроизводства. С одной стороны, продукция, не находя сбыта, скапливается в архивах, с другой стороны – люди тратят массу времени и сил на поиск нужного в море производимого. Экстенсивный путь ведения научного хозяйства все меньше оправдывает себя, и поэтому все больше ученых задумываются о путях интенсификации научного труда, когда успех достигается «не числом, а умением». Приходится глубоко задумываться над тем, что же такое «умение» в науке, умело ли мы работали и работаем и что делают опытные соседи, давно прославившиеся как умельцы.

Две статьи С. Смирнова дают обильную пищу для размышлений на

¹ «Знание–сила». 1978. № 3. С. 47–48. Эта статья подводила итог дискуссии, которая началась с публикации статьи математика С.Г.Смирнова «От кроманьонца до Кеплера, от Кеплера до наших дней» (Знание–сила, 1977. № 5/6). Автор, анализируя развитие современной математики и физики, пришел к выводу, что характерная черта математической науки – рассмотрение каждого ее объекта через множество понятийных призм различных моделей, и последующий синтез разнородных результатов, полученных при этом – присуща также новейшим разделам теоретической физики. И поэтому можно предположить скорое проникновение этого подхода в биологическую науку. С. Смирнов расценил эту перспективу положительно, утверждая, что «коллективный многомодельный подход» позволит получить в биологии ряд качественно новых результатов, недоступных традиционному методу одиночных корректируемых гипотез-моделей.

Оппоненты С. Смирнова – физик А. Смолин и биофизик М. Львов – не согласились с этим мнением, утверждая, что в физике многомодельный подход не плодотворен и может лишь отвлечь группу теоретиков от получения новых результатов, имеющих практическое значение для познания реального мира, а в биофизике (и шире – во всей биологии) остройшей проблемой является не расширение понятийного аппарата теории, а проведение экспериментов, численно измеряющих устойчивые характеристики биологические объектов.

В своей статье С.В. Мейен размышляет о тех сферах биологии, где мог бы принести пользу многомодельный подход, то есть одновременное изучение биологического феномена в рамках нескольких альтернативных теорий, причем результаты такого изучения подвергаются синтезу, а не отбору одного из них (наиболее правдоподобного). [Примечание С.Г. Смирнова].

подобные темы. Математик, знакомый с физикой и биологией, сравнивает опыт этих трех наук, пытаясь понять, что же сделало математику «царицей и служанкой» других наук и какие уроки может извлечь из ее успехов физик и биолог. Не знаю, что скажут об идеях С. Смирнова физики, а реакцию биологов представить можно. Наиболее вероятны такие мнения. Подавляющее большинство биологов работает на своем небольшом наделе и пытается собрать с него посильный урожай. Они интересуются делами близких и далеких соседей, но, как правило, не имеют возможности, а часто и желания удариться в рискованные поиски. Те из них, которые с симпатией отнесутся к идеям С. Смирнова, глубоко вздохнут. Где уж нам нарабатывать впрок биологическую семантику! Пусть этим занимаются теоретики, а нам бы успеть управиться с повседневной рутинной.

Реакция теоретиков будет иной. Опустим мнения тех, кто согласится с С. Смирновым, и попробуем представить вероятные возражения. Рискну это сделать, поскольку слышал немало возражений по поводу мыслей, близких к высказанным С. Смирновым. Одно возражение чисто консервативного характера: все это, может быть, и интересно, но преждевременно. У нас много важных насущных дел и без того. Вот разберемся с ними, тогда и пофантазируем вволю. На такое возражение нет смысла отвечать, так как его можно выдвинуть против любого, даже самого ценного и своевременного предложения. Оно было бы справедливым, если бы речь шла о переориентации всей биологии. Направить же по неизведанному пути небольшой отряд из неисчислимой массы биологов – риск небольшой. Поэтому обратимся к другим, более содержательным и принципиальным возражениям.

Первое из них можно сформулировать так. Не надо смешивать задачи и методы, применяемые в математике, с тем, что свойственно биологии. Математика, если она не прикладная, строит мир абстракций и изучает его мыслимые свойства. Биология же изучает не воображаемую и абстрактную, а совершенно конкретную земную жизнь. Есть ли смысл придумывать тьяни-толкаев и затем изучать свою выдумку? Разве это поможет нам понять обыкновенную одноголовую лошадь? А потому оставим воображаемую биологию писателям-фантастам, населяющим неведомые планеты всякими диковинными тварями.

Второе возражение такое. Допустим, что мы примем программу С. Смирнова. Что же будем делать дальше? Как прикажете нарабатывать впрок семантику? В редакции биологических журналов приходят статьи с математическими моделями, в которых предлагается рассмотреть возможную судьбу популяции, особи которой принимается одинаковыми, будто сошедшими с заводского конвейера. А какой смысл в такой модели? Она заведомо и грубо упрощает жизнь, а стало быть, введет нас лишь в заблуждение. Любой грамотный биолог знает, что организмы изменчивы. Так зачем играть в математические бирюльки?

Третье возражение. Допустим опять же, что мы взяли «нарабатывать» семантику и знаем, как это делать. Но вообразить-то мы можем

что угодно. На одном из ботанических симпозиумов докладчик предлагал выводить не только известные, но и мыслимые формы листьев. Что ж, примем эту идею и представим себе листья в виде букв разных алфавитов или в виде фигурных пряников. Не будет ли это занятие сродни тому, которым пробавлялись описанные Свифтом члены Великой Академии в Лагадо? Один из них изобрел машину, перетасовывавшую слова, а студенты заполняли получавшимися обрывками фраз толстые тома.

Отвести эти три возражения не просто и ожидать их можно не от заядлых консерваторов, а от ученых, задумывающихся о судьбе биологии и пекущихся о ее достойном будущем. Проекты «воображаемой биологии» выдвигались и в прошлом. За нее выступал, например, наш выдающийся биолог А.А. Любищев. Дело же ограничилось лишь многочисленными, но неизменно частными математическими моделями, задача которых была не столько наработать семантику впрок, сколько получить подтверждение уже наблюдавшегося в природе. Что же касается мыслимого разнообразия живого, то биологи больше озабочены тем, как освоить, втиснуть в строгие классификации разнообразие, которое уже известно. Здесь у них еще столько проблем с накопленным, что даже странным кажется заготавливать классификационные ячейки впрок. Ведь это все равно, что влезать в долги и строить гараж, когда денег на машину неизвестно где взять.

Все сказанное – то, что сразу приходит в голову, ибо все это лежит на поверхности. Попробуем теперь копнуть глубже и тщательно разберем все три возражения.

Начнем с абстрактности математики, конкретности биологии и бессмысленности тяни-толкая. Конечно, свободы в математических фантазиях немало, но и в математике, надо полагать, умеют отличать творческую фантазию. Математики не станут интересоваться идеей, предлагающей развить теорию, исходя из предположения, что корень квадратный из двух равен числу «пи». Когда Лобачевский поставил под сомнение пятый постулат Евклида², он имел на то глубокие основания.

² Пятый постулат Евклида – одно из основных допущений геометрической системы Евклида, согласно которому через данную точку вне данной прямой можно провести только одну прямую, не встречающую данной. Неочевидность этого положения уже в античное время породила попытки доказать пятый постулат на основании аксиом геометрической системы Евклида или заменить более очевидным положением. Результатом этих усилий стало математическое открытие нашим соотечественником Н.И. Лобачевским так называемой «неевклидовой» геометрии. Подробнее см., напр.: Начала Евклида с пояснительным введением и толкованиями Ординарного Профессора Императорского Университета Св. Владимира М.Е. Вщенко-Захарченко. Киев: Типография Императорского Университета Св. Владимира. 1880. 747 с.

Николай Иванович Лобачевский (1793–1856) – выдающийся русский математик, профессор и ректор Казанского университета, создатель одной из первых систем так называемой «неевклидовой» геометрии, основанной на постулате, что через данную точку, лежащую вне данной прямой, можно провести несколько прямых, не встречающих данную. (Ред.)

К этому шагу его в конечном счете привела логика развития математики, сложившиеся в математике требования полноты и непротиворечивости, представления о разрешенном и запрещенном. Математик имеет возможность идти в любую незапрещенную область. Он пытается осознать смысл запретов, если в них возникает сомнение. Он знает сами запреты или пытается их узнать, сформулировать.

А биолог? Знает ли он пределы возможного для жизни? Кое-что знает. Еще Галилей подсчитал, что дерево не может, сохраняя свои пропорции, быть высотой намного больше 100 метров. Трудно допустить, что животные, имеющие облик дельфина, заселят высокогорье. Используя пример, приведенный в одной из статей Г.А. Заварзиным, можно утверждать, что ноги и цветы не встречаются у одного организма. Но уже с точки-толкаем дело сложнее. Иногда рождаются телята и жеребята о двух головах. Сказочные драконы (правда, об одной голове) не так уж сильно отличаются внешне от вымерших летающих ящеров. И разве можно было бы представить, не встретить мы этого в природе, что у некоторых рыбок, живущих в актиниях, рот и анальное отверстие расположатся рядом? Биология то и дело знакомит нас с такими явлениями, которые мы не считаем чудом только потому, что они происходят на наших глазах. Напомню хотя бы поведение клеток, о котором не так уж давно писал на страницах журнала «Знание—сила» В. Александров.

Мы очень много знаем такого, что разрешила организмам природа, но пока не можем ясно и недвусмысленно дать перечень того, что запрещено и принципиально быть не может. Знание же запретов — это и есть знание законов. Закон природы очерчивает не только то, что есть или может быть, но и то, чего быть не может. Раз мы не знаем биологических запретов, раз мы продолжаем находить у организмов структуры и функции, до того казавшиеся немыслимыми, значит, мы не знаем еще биологических законов. О том, чего не может быть у организмов, мы часто судим по опыту нынешней физики и химии. И снова попадаем в тупик. Невозможное в неживой природе оказывается возможным в живой. Некоторые весьма авторитетные ученые убеждены, что жизнь с физической и химической точек зрения слишком невероятна, чтобы допустить ее возникновение где-то еще во Вселенной.

Итак, мы должны знать запреты, для этого есть один лишь путь: построить «пространство логических возможностей» и проанализировать, как в нем распределяется уже реализованное и каковы свойства незанятых мест. Полученный ответ не скажет о причине запрета, но укажет, где сам запрет, позволит правильно задать природе вопрос, вскроет саму проблему.

Вот пример из другой области. «Пространство логических возможностей» кристаллических многогранников сложено тридцатью двумя видами их симметрии. Из них в природе встречен тридцать один вид, а один не найден, что пока не нашло объяснения.

А вот аналогичный парадокс уже из биологии. У всех известных крупных групп голосеменных растений мы встречаем чаще или реже пыльцу с

воздушными мешками, которые, как полагают, служат транспортным средством. Однако у цветковых растений при всем их разнообразии и при обилии ветроопыляемых форм нет пыльцы с мешками, хотя сам процесс образования мешка со структурной точки зрения очень прост.

Знание «пространства логических возможностей» может предостеречь от необдуманных заключений. Английский ботаник Р. Мелвил, к примеру, заметил, что у вымерших голосеменных глоссоптерид наблюдается тот же набор соединений между жилками листьев (анастомозов), что и у покрытосеменных. Из этого он сделал вывод, что глоссоптериды – предки покрытосеменных. Тогда открывается тайна происхождения покрытосеменных, которая еще в прошлом веке настолько раздражала всех своей неразрешимостью, что Дарвин даже назвал ее «отвратительной». К сожалению, Мелвил не заметил, что тот же набор анастомозов наблюдается в крыльях насекомых. Перед нами всего лишь выполнение во всех трех случаях одного и того же «пространства логических возможностей». Другой вопрос, почему в этих группах это «пространство» реализовалось полностью, а в других лишь частично.

Из приведенных примеров видно, что нам нет нужды выдумывать тьяни-толкаев или листья в виде букв алфавита. Мы берем то, что уже сделала природа в какой-то группе организмов, смотрим направление изменчивости какой-то части, находим закономерность в изменчивости и протягиваем эту закономерность дальше. После этого свою мысленную конструкцию прилагаем ко всем членам группы и к другим группам. В результате мы неожиданно для себя узнаем, что природа отдает предпочтение одним магистралям изменчивости, редко ступает на другие и никогда не идет на третьи. У многих растений есть перистые и пальчатые листья. Перья и «пальцы» далее могут снова расчлениться перисто или пальчато. Известны четыреждыперистые и более сложно расчлененные листья (до шести порядков перистости). Пальчатые же листья могут быть лишь дважды и триждыпальчатыми. Четвертого порядка пальчатости, видимо, не бывает. В чем дело? Никто не знает.

Человеческий ум устроен таким образом, что, уловив закономерность в какой-то области, он стремится расширить эту область, экстраполировать полученное знание, заполнить логически вакантное место. Если запреты на вакансию сразу не видны, человек ищет, что ее может заполнить. Так Менделеев решился предсказывать незаполненные клетки в своей таблице элементов. Так астрономы искали недостающую планету между Марсом и Юпитером (и нашли пояс астероидов). Так Н.И. Вавилов отважился предсказывать неизвестные до него формы культурных растений (и обнаружил ожидавшиеся формы – озимую твердую пшеницу, озимый голозерный ячмень, чечевицу с зелеными семядолями, сою с гладкими бобами и другие).

Этих открытий не могло бы быть, если ученые не следовали бы заповеди: найдя закономерность, протяни ее действие подальше, заготовь ячейки в пространстве логических возможностей и поищи вокруг, что

можно в эти ячейки положить. В результате ты или расширишь круг закономерностей или найдешь область запретов. То и другое интересно уже всем – и эмпирикам и теоретикам, ибо в таком подходе эмпирия питает теорию, а теория ведет за собой эмпирию.

Биологи пока неохотно идут на такой путь и обычно не имеют представления о «пространствах логических возможностей» в том, что они изучают. Думаю, что в отличие от кристаллографа, который обязан знать, сколько в принципе может быть видов симметрии кристаллических многогранников, ни один морфолог растений не ответит без запинки и без специального предупреждения на такие вопросы: сколько видов анастомозов может быть между жилками листьев, сколько существует направлений в расчленении листа, сколько мыслимо типов цветков, если учесть наиболее важные, используемые всеми систематиками признаки (симметрия чашечки и венчика, число лепестков и чашелистиков, степень их срастания, нижняя или верхняя завязь, число гнезд в завязи и т.д.). Один ботаник попробовал сделать подобный анализ с различными подсчетами для плодов, но встретил лишь недоумение своих коллег и смог напечатать лишь самые общие результаты, да и то лишь в виде тезисов. Ценимое в кристаллографии более всего, было признано в ботанике за безделицу. «Это – математика, а не биология», – говорили ему, не зная, вероятно, что такую же характеристику некоторые отечественные биологи еще не так давно давали законам Менделя.

Я коснулся лишь малой доли «воображаемой» биологии, причем наиболее приземленной, где воображение лишь на несколько шагов отрывается от эмпирии. Есть и иные, более обширные и более далекие от эмпирии области. Одна из них – происхождение жизни. Конкурирующие здесь концепции хотя и связаны с вполне эмпирическими лабораторными исследованиями, но к самому происхождению конкретной нашей жизни на нашей конкретной Земле, может быть, вовсе не имеют отношения. Все эти концепции пока что не суждено проверить, даже если когда-нибудь кто-нибудь закопошится в пробирке, это не будет доказательством, что природа испытала на нас самих тот же способ оживления косной материи. Тем не менее эта «наработка биохимической семантики» принесла немало результатов, стимулировала поиск в продуктах вулканов ювенильных органических соединений, заставила глубже разобраться в автокаталитических процессах, побудила нас яснее сформулировать для себя, что же такое жизнь.

Другим примером семантики впрок можно считать теорию эволюции. Жаль только, что эволюционисты больше склонны не к «многомодельному методу» (термин С. Смирнова), а к борьбе за собственную «единственно научную» модель до последней капли крови. Мы очень свыклись с мыслью, что эволюция жизни на Земле была одна – та, которая привела к нынешнему органическому миру. Раз так, значит, будем поддерживать, совершенствовать одну теорию эволюции, а остальные – поскорее на свалку. Мы забываем, что прошедшая эволюция во многих

чертах уже не восстановима. Если опыты в пробирке не доказывают окончательно, как произошла жизнь (такие опыты успешно проводят сторонники самых разных гипотез), то в случае эволюции даже такой опыт нам недоступен.

Мне кажется, имеют право на существование разные теории. Но все они обязаны соблюдать главное требование – не содержать посылок, которые не поддаются никакой, даже косвенной или мысленной проверке. Это должны быть теории, открывающие путь исследованиям, а не закрывающие его, допускающие сбор и синтез фактов, стремящиеся к установлению закономерностей и не призывающие на помощь случайные факты.

Таким требованиям пока не удовлетворяет ни одна теория эволюции. Современная синтетическая теория эволюции (СТЭ), считающая себя наследницей классического дарвинизма (хотя и отвергнувшая без достаточных оснований некоторые важные его положения), кладет в основу эволюции (помимо прочего) случайность мутаций. Эта позиция оказалась чрезвычайно удобной, ибо позволяла списать за счет случайности многие иные необъяснимые этой теорией факты. Когда появились факты о неслучайности мутаций, сторонники таких взглядов, как недавно написал Ю.В. Чайковский, «вместо того, чтобы с энтузиазмом ловить новые закономерности, продолжали с энтузиазмом ловить ускользающую случайность (то есть, в сущности, отсутствие закономерности)».

Я упомянул о дефектах СТЭ не потому, что другие теории лучше (в целом они менее разработаны и в этом смысле хуже СТЭ), а лишь для того, чтобы еще раз сказать о необходимости развивать другие теории. А когда они будут достаточно развиты и, в частности, формализованы, появится та принципиальная возможность, о которой пишет С.Смирнов, – «склеивать» их на уровне достаточно высоких и в то же время содержательных абстракций в многостороннюю обобщающую теорию. На этом уровне соединятся теории эволюции, признающие один ведущий фактор, и допускающее множество равноправных факторов, единичность и множественность сольются в новом единстве – многогранной модели.

Этот путь еще в конце прошлого века хорошо показал геолог Т. Чемберлин, статья которого несколько раз перепечатывалась. Мысли Чемберлина перекликаются с тем, о чем пишет С. Смирнов. Изучая историю Великих озер и оледенения Северной Америки, сопоставляя многочисленные гипотезы геологов, Чемберлин пришел к выводу, что при реконструкции таких сложных явлений прошлого невозможно остановиться на одной гипотезе. Размышления привели Чемберлина к выводу, что есть три стадии познания и в каждой пользуются своим методом.

В одной, например, пользуются методом «ведущей теории»: все втискивают в признанные истинные рамки. Этот путь наиболее рискованный. Гнать факты кнутом по одной дороге обычно долго не удастся. Получаются крупные заторы. Поэтому исследователи бросают кнут и обращаются к методу «рабочей гипотезы». Обращение с фактами становится более вежливым. Их уже не столько гонят по дороге, сколько про-

сят зайти в примерочную. Но уже поняв необходимость второго метода – «рабочей гипотезы», непредубежденный и неамбициозный исследователь начинает понимать возможность следующей стадии – нескольких «рабочих гипотез», объединяемых в рабочую семью. Как писал Чемберлин, исследователь должен относиться к членам своей рабочей семьи беспристрастно, как добрый отец. Каждой он дает свободно развиваться. Нетрудно видеть, что многомодельный способ познания по С. Смирнову и «метод множественных рабочих гипотез» Чемберлина схожи.

Пойдет ли биология по пути многомодельного метода познания? Мне это кажется вполне вероятным. Сейчас обстановка биологических дискуссий становится с каждым годом все более доброжелательной. И многообразие предлагаемых теорий чаще всего уже не вызывает раздражения. Это весьма отрадно. И еще один оптимистический довод. В последние годы появился метод «мозгового штурма», когда люди, поставленные перед проблемой, выдвигают идеи и когда разрешается или выдвигать новую идею или развивать до этого предложенную. Высказывания типа «так не надо делать» или «это ошибка (ложь, ерунда, утопия и т.п.)» категорически запрещены. Оказалось, что мозговой штурм несравненно плодотворнее турнира мнений, сражающихся за первенство.

В связи с этим вспомню афоризм историка биологии У. Ирвина: «Едва ли достигнешь истину, гоняясь с полицейской дубинкой за заблуждениями. Нужно гнаться за самой истиной».

НЕКЛАССИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ. ФЕНОМЕН ЛЮБИЩЕВА¹

В известной книге «Возникновение жизни»² Дж. Бернал писал: «Жизнь есть частичная, непрерывная, прогрессирующая, многообразная и взаимодействующая со средой самореализация потенциальных возможностей электронных состояний атомов».

При всей своей необычности такое определение довольно точно отражает взгляд большинства представителей точных наук на суть биологических проблем. Но к таким же воззрениям сегодня склоняются и сами биологи. Ведь от признания физико-химической природы всех биологических процессов до утверждения, будто молекулярные взаимодействия — это и есть суть жизни, — один шаг.

Американский психолог Л. Франкль удачно назвал подобную ориентацию «настроением ничего-кроме» (nothing-but-ness). Действительно, те, кто так думают, не видят в феномене жизни ничего, кроме специфических электронных состояний атомов, в эволюции ничего, кроме мутаций и отбора, в активности разума ничего, кроме игры условных и безусловных рефлексов, и т.д.

Мы многое узнали от сторонников таких взглядов. Один за другим раскрываются глубинные механизмы жизнедеятельности, расшифровываются тончайшие структуры. Значит ли это, что главные трудности позади? Думается все же, что нет. Хотя молекулярная биология и выявила общность живого на молекулярном уровне, — а это поистине величайшее достижение естествознания, — до подлинного научного единства биологии еще далеко. Прежде чем вести разговор в молекулярных терминах, надо в тех же терминах поставить и вопрос. Для этого нужно сначала установить соответствие биохимических и обычных биологических понятий, выразить последние на языке первых. Между тем, из данных молекулярной биологии никак не следует, что на Земле должны быть кошки и мыши, что мыши должны прятаться от кошек в норы. Никто не в состоянии, оперевшись на всю мощь молекулярной биологии, показать, что на Земле должны были появиться именно те организмы, которые нас окружают.

Оптимист скажет, что естествознание знакомо с подобными трудностями и, случалось, преодолевало их. Таким обнадеживающим прецедентом можно считать классическую механику, в законах которой сошлись движения планет и падение яблока. Пессимист возразит: классическая

¹ Статья представляет собой сокращенный и переработанный вариант статьи, опубликованной в журнале «Вестн. АН СССР» (1977, № 10). Химия и жизнь. 1978. №6. С. 29—35. (в соавторстве с Б.С.Соколовым и Ю.А.Шрейдером)

² Бернал Дж.Д. Возникновение жизни. М.: Мир. 1969. (Ред.)

механика тоже не справилась с той задачей, о которой мы говорим, и даже не ставила ее перед собой. Из законов Ньютона никак не следует, что во Вселенной должна быть Солнечная система, в ней Земля, а на Земле – яблоны с яблоками. Естествознание всегда отталкивалось от знания типологии тех объектов, которые оно изучало. Еще до того как квантовая химия истолковала природу химических элементов в понятиях квантовой механики, она знала о содержании таблицы Менделеева. Но та же квантовая химия начинает спотыкаться, когда требуется объяснить (а еще лучше предсказать), почему многие реакции, скажем, синтеза ДНК идут несравненно медленнее в пробирке, чем в живом существе.

Мы строим биологические модели, воплощающие лозунг «ничего, кроме», и с их помощью объясняем задним числом многие известные факты. Однако рано или поздно выясняется, что в той самой области, на которую модель была рассчитана, существует такое многообразие свойств, присущих живому, что оно не вмещается в нашу модель. Так, модели естественного отбора не могли ни учесть, ни предвидеть, что популяции могут регулировать свою численность, не прося помощи у внешних факторов отбора. Если в клетке слишком много мышей, они перестают размножаться. Все эти «подводные камни» появились не после создания моделей, а были известны и раньше, но на них просто закрывали глаза.

* * *

Вопросы, о которых идет речь, входят в круг проблем, обычно трактуемых как единая проблема редукционизма. Противники традиционного редукционизма – сведения феноменов, специфичных для живого, к физико-химическим явлениям, известным и в неживой природе, – обычно ссылаются на то, что нужно учитывать разные уровни явлений, на необходимость целостного подхода, на принципиальную несводимость живого к неживому. Они находят недочеты в редукционистских программах и указывают на широко распропагандированные, а в действительности не состоявшиеся редукции (представление о таких широко вещательных программах даст хотя бы цитата, с которой мы начали эту статью). Однако внимательный анализ этих высказываний приводит к любопытному выводу. Оказывается, рекомендуемые подходы (целостный, системный и прочие) тоже связаны с редукцией. Пусть развитие организма не сводится к физико-химическим взаимодействиям, – мы все равно вынуждены его упрощать, редуцировать до какой-то модели, хотя бы использующей одни лишь сугубо биологические понятия. Мы не можем изучать объекты, не сводя все неповторимое, уникальное к чему-то обобщенному, повторяющемуся. Биологию не интересует черное ухо Бима, но могут заинтересовать черные уши собак.

Лишая изучаемые объекты неповторимости, объединяя их в систематические группы (таксоны) и изображая их в виде схем (архетипов), мы их идеализируем. Без этого наука невозможна. Но любая идеализа-

ция – уже некая редукция. Стало быть, редукции необходимы, хотя редукционизм в его обычном смысле методологически несостоятелен. Выбрать и обосновать метод редукции – вот в чем вопрос. И проблема эта уже не столько биологическая, сколько философская.

* * *

Само по себе такое сближение философии с биологией – не новость: невозможно отрицать влияния на биологию XVIII столетия философии «века гениев», Декарта и Лейбница, а на биологию XIX и XX веков – позитивизма и материализма. Общеизвестно и обратное: революционизирующее воздействие дарвиновского учения на философию. Но теперешняя ситуация своеобразна. Сегодняшняя биология анализирует явления гигантского диапазона. Она спустилась до уровня молекул и атомов и поднялась до изучения подсознательных психических процессов. С другой стороны, в синтетических исследованиях перед биологической наукой как никогда остро встали вопросы о сущности жизни и судьбе биосферы в ценностном, то есть в этическом смысле. Теперь уже невозможно нигилистическое отношение к этическим ценностям: без этики не подступишься к проблемам глобальной экологии. Этические проблемы биологии и философии, мораль и мудрость тесно переплелись и перестали быть уделом далеких от жизни чудаков. Эти проблемы затрагивают такие стороны нашей жизни, которые не могут быть безразличны даже самым близоруким прагматикам.

Но как достичь подлинного синтеза философии и биологии? Ведь речь идет не просто о сотрудничестве ученых разного профиля, о коллективном штурме проблемы, когда, скажем, одни ставят эксперименты, а другие формулируют теорию, один – специалист по астрономии, а другой – по реактивным двигателям. Синтез должен происходить на самых глубинах – синтез понятий и даже интуитивных представлений. Философ обязан овладеть конкретным содержанием биологии, биолог научиться мыслить широко и нетривиально.

Между тем давний опыт показывает, что биологи обычно заимствуют из философских учений ходячие формулы (вроде фразы Гегеля «все действительное разумно»), не утруждая себя попытками вдуматься в их особый смысл, понятный лишь в контексте целостного учения. А философы, обращаясь к биологии, недостаточно критически усваивают ее догмы, принимая их за бесспорные факты. Многие, к примеру, считают доказанным, что для эволюции от простейших организмов до человека достаточно таких элементарных факторов, как случайные мутации, изоляция и отбор. А ведь это только гипотеза.

Некоторые важнейшие факты и непривычные обобщения остаются вообще вне поля зрения. Например, уже много десятилетий известно, что клетки организмов способны к весьма сложному поведению. Клетки могут транспортировать другие клетки по непростым путям внутри организма. Пространственно разобщенные клетки могут согласованно

строить кристаллически правильные скелетные элементы. Известно «воровство клеток». Ресничный червь поедает гидр, но не переваривает стрекательные капсулы, которые доставляются специальными клетками-носильщиками из пищеварительного канала к поверхности тела. После того как стрекательные клетки вставлены в эпителий нового хозяина и начинают его оборонять, червь оставляет гидр в покое и переходит на свой обычный рацион.

В.Я. Александров, обобщивший подобные факты в специальной статье (см. «Успехи современной биологии». 1970. Т. 69, вып. 2), склонен видеть здесь явления, сравнимые не с физико-химическими взаимодействиями типа тропизмов (рост стебля в направлении света и т.п.), а с высшей нервной деятельностью. Клетки организмов оказываются наделяемыми чем-то вроде психики. Разве не заслуживает это смелое предположение самого пристального внимания философов? Тем не менее, за годы, прошедшие после публикации статьи, следов такого внимания не заметно.

По мосту биология – философия движутся не те идеи и факты, которые особенно важны для союза обеих дисциплин, а лишь нечто расхожее, устоявшееся, школьное. В результате обмен между дисциплинами не столько способствует проникновению в новое, сколько поддерживает устойчивое равновесие в рамках некоторой закрепившейся научной парадигмы. Неудивительно, что обсуждение фундаментальных проблем биологии вот уже много десятилетий идет по кругу и в точности повторяет дискуссию механистов и виталистов – сторонников взгляда на организм как на живую машину и сторонников «жизненной силы» – в конце прошлого века. Разница лишь в терминологии и в конкретных фактах, которыми фехтуют противоборствующие стороны.

* * *

Нам могут возразить: биология и философия настолько обособились, что рассчитывать на универсалов трудно. Невозможно заниматься тем и другим без ущерба для того и другого. Но так ли уж невозможно? Быть может, все же есть примеры такого совмещения, и надо изучить хотя бы один из них?

Именно о таком прецеденте и пойдет дальше речь. Это – жизнь и творчество Александра Александровича Любищева, скончавшегося несколько лет назад и плодотворно трудившегося в наши годы, а не в те времена, когда протоплазма казалась бесструктурной слизью.

О Любичеве заговорили, он стал широко известен после выхода документальной повести Даниила Гранина «Эта странная жизнь». Поэтому нам нет нужды пересказывать биографию Любичева и знакомить читателей с его конкретным вкладом в прикладную энтомологию. Отметим, что взгляды Любичева по самым общим проблемам биологии привлекают все большее внимание. Посмертно печатаются его труды, собираются мемориальные конференции, изучается его уникальный архив. Любичева стали чаще цитировать в научной печати, может быть, со

временем войдет в обычай ссылаться на А.А. Любищева так же, как сейчас эволюционисты ссылаются, нередко лишь в поддержание традиции, на Ч. Дарвина, А.Н. Северцова или И.И. Шмальгаузена. Но хотя популярность Любищева растет, главный смысл его научного творчества остается, пожалуй, неразъясненным, а опыт – не извлеченным.

* * *

Каждый, кто знаком с творчеством Любищева, и тем более тот, кому довелось встречаться с ним, согласится, что Любищев был профессионалом высшего ранга как в философии, так и в биологии. Он по-настоящему профессионально разбирался в проблемах онтологии и был признанным специалистом по истории эволюционных учений и прикладной энтомологии. Он одинаково хорошо ориентировался и в сочинениях Платона или Канта, и в книгах Ч. Дарвина и К.Э. фон Бэра, и в монографиях по земляным блошкам.

Этот многосторонний профессионализм принес интересные плоды. Вот один пример. В биологии издавна обсуждается проблема реальности систематических единиц (таксонов). Вопрос важный: если таксоны реальны и мы их не конструируем, а открываем, то в систематике не остается места для соображений удобства, договоренности. Надо увидеть систему организмов, какова она «на самом деле». Если же таксоны – абстракции, творение нашего ума, то споры об объеме таксонов надо решать не в лаборатории, а за круглым столом. В литературе много говорилось о том, что реальны только виды, а таксоны более высокого ранга – абстракции. Но почти не обсуждался другой вопрос: что такое реальность и каковы критерии для ее установления. Любищев понимал, что это – фундаментальная философская проблема. Он принялся за составление списка критериев реальности. Его исследование привело к выводу: проблема реальности многоаспектна, существуют разные степени и формы реальности. На вопрос о реальности таксонов нельзя ответить простым «да» или «нет». Прежде чем спорить о реальности таксонов, надо ясно указать, какие критерии допускаются к рассмотрению.

Работы Любищева – уникальное собрание трудных и нежелательных для нынешней биологии фактов. Он моментально оценил, насколько «поведение клеток» (цитозтология) усложняет молекулярно-биологические модели, подрывая тем самым редукционизм. Он предлагал указать, какой фактор отбора заставил одного из раков после каждой линьки клешней вводить песчинку в вестибулярный аппарат. Он интересовался, почему цветные пятна на крыльях бабочек ведут себя на фоне жилок и чешуек как рисунок на набивном ситце, не связанный с расположением нитей. Он задавал вопрос, не подрывает ли этот факт редукционистское убеждение, что свойства целого определяются свойствами частей.

Еще в 20-е годы А.А. Любищев впервые свел воедино основные антинормы эволюционизма и основные постулаты биологической систематики, показав принципиальную допустимость и потенциальную продук-

тивность совсем иных постулатов. Фактами, философскими соображениями, скрупулезным критическим анализом, меткими историческими параллелями он обнажал явные и скрытые дефекты биологической парадигмы XX века. Он критиковал методы чисто индуктивных биологических обобщений и еще в 1925 г. говорил о том, что «отвращение к теоретизированию» и отказ от широкой теории «не есть отказ от теоретизирования, а очень плохое теоретизирование»; он напоминал, что теория – не праздное умозрение, а «организация попытки проникновения в область неизвестного».

Показательно, что при широкой известности Любищева в биологических кругах нашей страны, при том внимании, которое ему оказывали виднейшие ученые, мы почти не встречаем в работах биологов (даже из числа его друзей) ссылок на статьи Любищева, хотя очень часто поводов для таких ссылок было более чем достаточно. Наверное, дело здесь в том, что сослаться на Любищева мельком невозможно. Если же обстоятельно разобрать его высказывания, то это неизбежно заставит пересмотреть исходные положения, всю логику рассуждений, перетряхнуть привычные и кажушиеся очевидными общие выводы. Это процесс слишком мучительный для человека, интуитивно в чем-то убежденного.

Любищев указал на многие методологические изъяны современной биологии. Он, разумеется, вовсе не ставил под вопрос достижения современной биологии: неправильное методологическое объяснение совершенно не обязательно дискредитирует конкретные научные результаты. И все-таки те методологические дефекты, которые отметил Любищев в общей системе взглядов (парадигме), по крайней мере в некоторых случаях кажутся неустраняемыми в рамках этой парадигмы. Остановимся кратко на главных критических высказываниях и положительных утверждениях Любищева.

ПРОБЛЕМА ОРГАНИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

Считается, что стридуляционные (звукопроизводящие) органы служат насекомым как «призывные сигналы» в половом общении. Отсюда делают вывод, что форма стридуляционных органов подчинена их функции. Это частный пример положения, утвердившегося в последарвиновской биологии, что структура возникает под действием отбора для исполнения определенной функции. Функция первична, форма вторична. Поэтому форма изучается лишь с точки зрения ее соответствия функции. Селекционизм принципиально не ставит вопрос о законах, определяющих потенциальное многообразие форм. Предполагается, что этих законов либо нет вовсе, либо они не играют существенной роли, поскольку фактически возникновение форм целиком предопределено функцией.

Утверждение примата функции свойственно и кибернетике: кибернетические модели имитируют процессы, а не структуры. Не случайно

нейроморфология ничего не дала конструкторам ЭВМ. Наоборот, знание машинных конструкций наводило на аналогии с деятельностью мозга. Олицетворение кибернетического подхода – идея черного ящика – как раз и состоит в том, что по реакциям системы на входные сигналы мы строим ее функциональную модель, абстрагируясь от структуры. Из кибернетики и проникли в биологию строгие, но локальные модели. Они порой удачно имитировали функции организма, но почти не приблизили нас к загадкам структуры.

И вот среди ученых, уверенных и непреложности и прогрессивности постулата о примате функции над формой, появляется «ретроград» Любищев. Он сомневается в том, что для других очевидно, ставит невыполнимые задачи, проводит nepазволительные параллели. Форма, пишет он, вовсе не приспособлена к функции, как ключ к замку. Любищев сослался на описанные в литературе случаи «преадаптации», когда орган, появившись у предка, не может еще исполнять свою функцию и собственно к делу приступает лишь у потомков. Допустим, говорил он, что звукопроизводящие органы есть инструмент для выполнения строго определенной функции. Чем же тогда можно объяснить их поразительное разнообразие? Почему они формируются из самых различных частей организма? «Самый удивительный факт, – писал Любищев, – присутствие очень разнообразных стридуляционных органов у личинок... живущих под землей».

Трудности, с которыми обычно сталкиваются попытки трактовать любой признак как приспособительный, не случайны. Ведь даже простые функции могут выполняться самыми разными органами, а однотипные органы осуществляют порой весьма разнообразные функции. В многообразии форм есть своя, не зависящая от функции упорядоченность, своя закономерная система, выявляемая, например, при анализе симметрий на основе строгого математического описания. Случайно ли так похожи морозные узоры и рисунок растений, спирали галактик и раковин? Но не только в таких простых особенностях выражена закономерность формы. Параллелизм в изменчивости («гомологические ряды» Н.И. Вавилова) проявляется в сложных конфигурациях, которым, как правило, не удается дать приспособительного толкования.

Общий вывод о соотношении формы и функции (приспособления) Любищев сформулировал еще в 1925 г. Проблема приспособления, отнюдь не являясь мнимой, не является и центральной в биологии. Есть основания считать, что структуры лишь в частных случаях определяются выполняемыми функциями, а в более общем случае подчинены некоторым собственным законам, которые надо и изучать как самостоятельные. Необходим математический анализ форм, изучение их симметрии, безотносительное к исполняемой функции. Этот подход можно пояснить аналогией. Мы используем слова в качестве рифм, но нельзя понять словообразование в языке, если изучать не общие закономерности языковых систем, а только приспособление слов к «стихотворной функции».

ПРОБЛЕМА ЕСТЕСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ

Сегодня принято считать, что хорошая биологическая систематика должна основываться на историческом принципе, то есть быть в идеале картиной филогенеза. Таксон в такой классификации соответствует множеству организмов, имеющих общего предка (особь или вид), а более высокий таксон – более древнему предку. Систематика есть не что иное, как протокол эволюции. В противовес такому подходу А.А. Любищев отстаивал идею «естественной системы» организмов, идущую от К. Бэра, Ж. Кювье, А. Жюссье³ и других классиков додарвиновской биологии. Любищеву принадлежит важный критерий «естественности» системы, состоящий в том, что местоположение таксона в такой системе должно определять его существенные характеристики, подобно тому, как положение элемента в таблице Менделеева определяет его физико-химические свойства. Эта идея предполагает, что совокупность биологических форм устроена закономерным образом. (При этом речь здесь идет не только о наличных формах, но и обо всем многообразии форм, допустимых биологическими законами.)

Обращаясь к естественным системам других объектов (химических элементов и др.), Любищев подчеркивал, что их упорядоченность не связана с филогенетическим развитием. То же можно обнаружить и в живой природе. Общность организмов, отраженную в их естественной системе, часто не удается связать с родством или общностью функций (экологических или физиологических). Приходится допускать некоторые общие, существенно неисторические и нефункциональные законы многообразия, которые он и имел в виду, говоря о законах органической формы.

ПРОБЛЕМА ЭВОЛЮЦИИ

В противовес синтетической теории эволюции, определяющей сегодняшнюю научную парадигму в биологии, Любищев отстаивал представление о том, что эволюция подчинена внутренним закономерностям изменчивости и видообразования. Это представление выдвигалось

³ Антуан Лоран де Жюссье (Antoine Laurent de Jussieu, 1748–1836) – выдающийся французский ботаник, действительный член Парижской Академии наук, один из основоположников «естественного метода» в систематике растений. В 1789 г. опубликовал работу «Роды растений» («*Genera plantarum*»), в которой подразделил растения на три главные группы – бессемянодольные (Acotyledonae), однодольные (Monocotyledonae) и двудольные (Dicotyledonae), во многом удержавшиеся в систематике растений до настоящего времени, а также установил многие современные семейства (пасленовые, злаковые, розовые, выюнковые и т.д.), расположив их в восходящем порядке. (Ред.)

Л.С.Бергом в теории номогенеза. В отличие от Берга, Любищев полагал, что факторы, предопределяющие потенциальное многообразие живых организмов, отнюдь не всегда определяют направление эволюции. Опыт развития естествознания показывает, что теоретическая зрелость некоторой отрасли связана с ее способностью рассматривать не только наличное многообразие объектов, но и многообразие, мыслимое с точки зрения фундаментальных законов данной науки. Так, современная физика рассматривает не только наблюдаемые, но и допускаемые теорией частицы. Современная химия вполне серьезно обсуждает свойства трансурановых элементов с запредельными номерами – это характерная черта неклассической науки – науки XX века.

Зарождение неклассической биологии тесно связано с идеей рассмотрения потенциальных биологических форм. Идея эта возникла еще у Н.И. Вавилова в его известном законе гомологических рядов, позволяющем охарактеризовать закономерности возможного многообразия форм. А.А. Любищев тоже настойчиво искал новые, неклассические пути биологического теоретизирования.

Могут спросить: а так ли уж это важно и нужно для конкретных исследований в биологии? В науках о неживой природе сравнительно легко выделяются частные явления, которым присуща некоторая самодостаточность. Анализ таких явлений проясняет лишь некоторые фрагменты мироздания. Биологические феномены устроены иначе: их смысл, как правило, не понять вне общих представлений о природе живого. Правда, очень часто под давлением научной традиции, установившихся образцов научного описания биолог пытается построить локальную модель изучаемого. Но, как уже говорилось, модель неожиданно отказывается работать в той самой области, для которой она создавалась.

Кризисные ситуации в физике обычно возникали, когда появлялись опытные данные, не объяснимые с классических позиций (опыт Майкельсона, фотоэффект, нарушение симметрии правого и левого и т.п.), или когда классическая теория приводила к неустранимому в ее рамках парадоксу (бесконечность энергии излучения черного тела, расходимости в квантовой теории поля и т.п.). Теоретическая биология не в состоянии еще делать столь четких прогнозов, чтобы неустранимость парадокса оказалась математически очевидной. Но по той же причине она способна не замечать обилия имеющихся фактов, которые с классической точки зрения объяснимы лишь задним числом и притом с помощью особых допущений.

* * *

Необходимость создания системы четких понятий для биологического теоретизирования – один из ключевых пунктов любощевской программы. При этом важно, чтобы понятия образовали единую систему, – вне целого не существует смысла. Здесь важнейшая для Любищева идея целостности возникает уже на более высоком уровне. То, что понятия

должны быть четкими, существенно не только для их логического анализа – без этого невозможно их диалектическое развитие. Ведь диалектика работает на столкновении понятий, а искру нового знания можно высечь при столкновении кремня со сталью. При столкновении пыльных мешков получается только столб пыли.

Второй важный пункт этой программы: «просто факты», наблюдения как таковые вне общей концепции не имеют научного статуса, т.е. попросту говоря не принимаются наукой в расчет. Обычно рядовое биологическое исследование (особенно в систематике) выглядит так: известен некий объект, в нем обнаруживается ранее не известный у него признак, этот признак и описывается исследователем. Любищев развивал принципиально противоположный, номотетический подход: отыскиваются инварианты (настоящие, а не в виде правил с многочисленными исключениями), проявляющиеся в некотором четко описываемом многообразии признаков данной совокупности объектов.

Третий пункт – включение методологического анализа в арсенал методов науки. Иначе говоря, научное исследование нельзя отрывать от анализа принципов самого этого исследования. Сегодня эти пункты уже в той или иной мере провозглашаются некоторыми исследователями, но заслугой Любищева было то, что он четко сформулировал эти положения и осуществил их в собственной научной практике.

* * *

Сказанное выше позволяет связать имя Любищева с зарождением идей неклассической биологии. Следуя по его пути, можно наметить некоторые новые и в значительной мере чуждые классической науке установки. Условно назовем их нетривиальными отождествлениями, нетривиальными различениями и нетривиальными отображениями.

Далеко не тривиально, хотя и привычно, то отождествление, которое делает классическая механика, описывая падение яблока и движение планет. Но отождествляя (в каком-то отношении) столь разные явления, мы освобождаемся от априорного запрета на отождествления. Мы получаем право отождествить объекты, преобразовав их сколь угодно сложным, но ясно указанным способом. В теории симметрии издавна разрешается отождествлять объекты, отражая их в зеркале или (в цветной симметрии) перекрашивая их. Не так ли поступает и биолог, когда он таксономически отождествляет (относит к одному виду) самку и самца, взрослый организм и личинку, семя и дерево. Разница пола и возраста считается в каком-то смысле несущественной. Эти примеры лишний раз убеждают, что инварианты определяются выбором допустимого закона преобразования. Биология пока не знает полного списка инвариантов, наиболее интересных для познания органического многообразия.

С нетривиальными различениями мы сталкиваемся каждый раз, когда убеждаемся, что традиционно сходные организмы или их части принадлежат разным гомологическим рядам. Так, одинаковые с виду трой-

чатые листья могут входить в совершенно разные ряды расчленения листа. Одинаковые зрелые формы могут возникнуть на перекрестке разных онтогенетических путей. Если, к примеру, зародышевый пузырек морского ежа разделить пополам (перевязать шелковой нитью), из обеих половин разовьются жизнеспособные эмбрионы, несмотря на то, что развитие происходит вроде бы из неполноценного зачатка.

Особенно трудно свыкнуться с нетривиальными отображениями. Каждая отрасль естествознания стремится установить функциональные зависимости между различными рядами процессов или явлений. При этом все устанавливаемые зависимости привычно трактуются как причинно-следственные, хотя в действительности они часто бывают куда сложнее. Вероятно, в более общем случае целесообразно говорить не о причинно-следственной зависимости между двумя рядами, а об отображении – если воспользоваться терминами теории множеств – одного множества (ряда) в другое. Такое отображение может быть и взаимно однозначным, и многозначным. Обычно биолог старается поставить во взаимно однозначное соответствие множеству форм множество физиологических функций или экологических ниш. Установлено, что глазчатый рисунок на крыльях бабочек может пугать птиц. Заманчиво сделать вывод, что глазчатый рисунок всегда служит пугалом. Но тот же рисунок встречается и у глубоководных рыб, живущих в полной темноте. Может быть, плодотворнее вообще не связывать возникновение глазчатого рисунка с приспособлением, а найти ему другие (и многочисленные!) биологические соответствия?

Вводя категорию отображения, мы ослабляем запрет, накладываемый на поиск соответствий в тех случаях, когда, с одной стороны, наши знания не позволяют говорить о причинно-следственных отношениях, а с другой – есть основания полагать, что новые обнаруживаемые соответствия окажутся более значимыми, чем традиционные.

* * *

Реально ли движение по намеченному Любищевым пути? Не окажется ли, что специфика живого, отрицать которую невозможно, в принципе не допустит превращения биологии в новую неклассическую науку, способную стать рядом с неклассической физикой? Этот тезис никогда не поздно взять на вооружение...

Говоря о неклассической биологии в связи с работами Любищева, мы вовсе не утверждаем, что он прав по всех своих конкретных биологических взглядах. Речь идет о другом: Любищев вводил в биологию концептуальные приемы неклассической науки. Это прежде всего неограниченная свобода в выборе постулатов, оправдываемых лишь продуктивностью, свобода отождествлений и различений. Это также выявление и пересмотр общепринятых постулатов, «вытаскивание» всего неосознанного, доведение дедукций до предела возможного, поиск закономерностей там, где раньше наука видела только случай.

Мыслимо ли выполнить эту работу одному человеку и стоит ли

удивляться, что некоторые дедукции не были доведены Любичевым до конца, многие закономерности только намечены и что мы находим в его системе противоречия?

Будет ли устранение противоречии продолжением работы Любичева, а не противодействием ей? Ответы кажутся очевидными. Сама жизнь Александра Александровича Любичева оказалась знаком того, что человеческий разум в поисках законов природы обладает внутренней свободой, позволяющей преодолевать поставленные им самим ограничения.

МУДРОСТЬ НАУКИ И ЗАГАДКИ ЖИЗНИ¹

Мое глубокое убеждение, основанное на многолетних размышлениях, заключается в том, что крупный прогресс и общего теоретического мышления и конкретных естественных наук необходимо связан с преодолением претензий на универсальность, которые постоянно выдвигаются господствующими в конкретный момент направлениями естественнонаучной мысли.

А. Любищев. «Уроки самостоятельного мышления»

Кто будет спорить, что теоретическая биология – это хорошо? Кажется ясным, что она должна быть одновременно и математической. Есть и неплохой пример перед глазами – физика. Хотя у нее немало собственных проблем, но, полагаю, любой биолог-теоретик хотел бы поменяться заботами с теоретиком-физиком. А пока он берет физику в качестве некоторого идеала и, более того, стремится прямо перенести в биологию физическое мышление, физическое понятия, физический язык. Так сложилось издавна, и не приходится удивляться, что выдвинутое еще Декартом представление об организме как об очень сложной машине неистребимо в биологической среде. А дальше, как это часто случается с людьми, смешиваются желание и действительность – намеченная программа и уже полученные результаты. В XVII веке появилась «ятромеханическая школа» (зачаток последующей биофизики). Ее основатель Дж.А. Борелли² был уверен, что ему в основном удалось свести движения животного к механическим законам. Через двести с лишним лет Э. Геккель с полной уверенностью заявил, что к концу XIX века успехи естествознания, особенно физики и химии, раз и навсегда разрешили механику таких «мировых загадок», как первоначальное зарождение жизни, проблема целесообразности живых существ, возникновение простого чувственного восприятия и сознания³.

¹ Знание–сила. 1980. №12. С. 26-28.

² Джованни Альфонсо Борелли (Giovanni Alfonso Borelli, 1608–1679) – известный итальянский математик и физик из г.Пизы, последовательно прилагавший законы механики к решению проблем физиологии и функционирования животных; крайний последователь «ятрофизики». Проводил эксперименты по изучению движения млекопитающих, полета птиц и плавания рыб, изучал механику сокращения мышц, движения легких и сердца. (Ред.).

³ Точнее Геккель пришел к заключению, что благодаря прогрессу естествознания в

Геккель не усвоил уроков прошлого⁴. Его книга «Мировые загадки» теперь интересна лишь историкам науки⁵. Тем не менее, его урок опять

ХІХ столетии «число мировых загадок постепенно сокращалось, пока не свелось, в конце концов, в одну единую всеобъемлющую загадку, на *проблему субстанции*. Что собственно представляет собой это чудо природы, в чем его глубочайшая сущность? Реалист-естествоиспытатель называет его *природой* или Вселенной, идеалист-философ – *субстанцией* или космосом, верующий – Творцом или *Богом*. Можем ли мы утверждать, что замечательное развитие нашей современной космологии повело к разрешению этой “загадки субстанции”, что оно, по крайней мере, приблизило нас к этому желанному результату?

Смотря по тому, кто задает себе этот вопрос, из какой философской точки зрения исходит спрашивающий, и в какой степени он обладает эмпирическими научными познаниями, – он приходит к различным результатам. Мы без обиняков должны согласиться с тем, что сокровеннейшая сущность природы осталась нам по сию пору, быть может, столь же чуждой и непонятной, как *Анаксимандру* и *Эмпедоклу* 2400 лет тому назад, *Спинозе* и *Ньютону* 200 лет тому назад, *Канту* и *Гете* за 100 лет до нас. Даже более того: мы должны признаться, что настоящая сущность субстанции является нам во все более таинственном и загадочном свете, по мере того, как мы проникаем в ее атрибуты, материю и энергию, и знакомимся с ее бесчисленными формами проявлений и развития. Мы и теперь не знаем, что представляют собою «вещь в себе», скрывающаяся за познаваемыми явлениями. Но какое нам вообще дело до этой мистической “вещи в себе”, раз у нас нет никакой возможности подойти к ней, раз мы не в состоянии даже с достоверностью установить факта ее существования? Предоставим лучше бесплодные изыскания на этот счет “чистым метафизикам”, а сами в качестве “бесхитростных физиков” займемся теми неоценимыми реальными приобретениями, которые выпали на долю нашей монистической философии природы» (цит. по: Геккель Э. Мировые загадки. 1906. С. 198–199). (Ред.)

⁴ Склад мышления Эрнста Геккеля (1834–1919) – выдающегося биолога и популяризатора дарвинизма был, во многом, натурфилософским. «Здесь лежит глубокая разница между ним и Дарвином, – пишет историк дарвинизма А.Д. Некрасов, – Мысль его была постоянно направлена в сторону общего: идеи, учение, мирозерцание шли впереди – факты имели подчиненное значение. Дарвин же, по выражению Оскара Гертвига, был эмпириком до мозга костей (“durch und durch Empiriker”). Мысль Дарвина была прикована к фактам, и обобщения были строго с ними согласованы, не выходя ни на йоту из-под контроля. Он долго и упорно работал над выяснением вопроса о происхождении видов над собиранием фактического материала “в истинно бэкониаанском духе”, не имея какой-либо предвзятой мысли, и лишь изучение этого материала привело его к выводу о важной роли отбора. Геккель же приступил к своим работам уже с некоторыми предвзятыми идеями, вынесенными из университетских впечатлений; неразрывность духа и материи (что привело его потом к учению о “душе” атомов); единство сил, господствующих в органической и неорганической природе; механистическое мировоззрение, по которому в природе господствует закон причинности; идеи “развития”, которым подчиняются миры, наша Солнечная система, Земля и населяющие ее организмы; клеточная теория, по которой организмы состоят из клеток, как химические соединения из атомов». См.: Некрасов А.Д. Борьба за дарвинизм. М.: 1937. Биомедгиз. С. 81–82. (Ред.)

⁵ Первое немецкое издание – 1889 г. Есть несколько русских переводов. См., напр.: Геккель Э. Мировые загадки. Общедоступные очерки монистической философии. С по-



Рис. 1. Эрнст Геккель

же прошел даром. Известный французский ученый, нобелевский лауреат Ж.Моно⁶ написал через 70 лет после Геккеля, что «секрет жизни», если таковой вообще есть, кроется на химическом уровне и большей частью уже открыт. «Конечный смысл всех телеологических (то есть целенаправленных, – С.М.) структур и функций живых существ заключен, таким образом, в последовательности полипептидных волокон...». Оказывается, что в любое время находятся люди, считающие, что наука их эпохи уже решила главные проблемы или что до решения рукой подать.

К столь же решительным заявлениям, Впрочем, склонны и люди противоположных взглядов. К. Биша⁷ в XVIII веке настаивал, что в отличие от физических явлений в отношении организмов ничего нельзя предвидеть или вычислить. Философ У. Торп, уже наш современник, отмечает, что жизнь может быть уникальным явлением. Науке же для вынесения достоверных суждений нужна повторяемость,

отсутствие уникальности, «об истинно единичных событиях наука ничего не может сказать».

Проблема сведения, или, как принято говорить, «редукции» биологии к физике (на худой конец – к физике и химии), что можно видеть даже из немногих примеров, унаследована нами от далекого прошлого. Любопытно, что унаследованы и умонастроения, а также способы аргументации противоборствующих сторон. Редукционисты, то есть адольты редукции, неизменно указывают на успех физического или химического толкования какого-либо биологического явления и обычно не скупятся на обещания успехов в будущем. Антиредукционисты припоми-

словием «Исповедание чистого разума». Пер. Ф. Капеллоша. Биологическая часть под ред. А. Генкеля. Лейпциг; СПб. 227 с.

⁶ Жак Моно (Jacques Monod, 1910–1976) – выдающийся французский биохимик, директор Института Пастера, лауреат Нобелевской премии в области медицины за 1965 г. С.В.Мейен цитирует книгу «Случай и необходимость» (1970), в которой Моно изложил свои взгляды на сущность жизни. (Ред.)

⁷ Франсуа Ксавье Биша (Francois Xavier Bichat, 1771–1882) – выдающийся французский медик, основатель общей патологии и учения о тканях; занимался физиологическими исследованиями жизни и феномена смерти. (Ред.)

нают совершенные ошибки, вытаскивают нерешенные и якобы неразрешимые проблемы и пророчат крушение редукционистских идеалов.

Хотя дискуссия продолжается и поныне, в последние годы заметнее становится осторожность высказываний.

Смягчение дискуссии о редукционизме, наверное, связано с тем, что на антиредукционистов произвели немалое впечатление результаты физико-химического изучения жизни. Освещение химических основ наследственного кода, биохимии дыхания или мышечного сокращения не может не произвести впечатления на теоретика. Раз удалось предложить физико-химическую интерпретацию, пусть не вполне совершенную, таких сложных и исконно биологических явлений, рискованно указывать биологические феномены, к которым физика и химия никогда не подберут ключей. Но и редукционистам надо сдерживаться: слишком часто дальнейшие эксперименты или более вдумчивое теоретизирование заслуженно компрометировали их поспешные выводы.

В качестве примера не раз приводились работы известного физиолога Ж. Леба⁸. Он утверждал, что пресловутая свобода воли – это иллюзия, порожаемая простейшими явлениями – тропизмами (к тропизмам относятся, например, рост растения по направлению к свету или движения сперматозоида по направлению возрастающей щелочности среды). Леб ставил эксперименты, в которых животные порой вели себя на редкость глупо. Так, гусеница, посаженная в запаянную трубку, ползла к сильно освещенному и нагретому концу, где и погибала. Как только исследователи перешли от таких экспериментов к наблюдениям в природе, от выводов Леба мало что осталось. Те же гусеницы, как оказалось, прячутся от яркого солнца в тень. Загнанные в пробирку, они не могли не двигаться, а назад ползти они не умеют. Оставалось ползти вперед, чтобы там погибнуть. Известный исследователь поведения животных Р.Шовен охарактеризовал результаты Леба как данные о патологии, а не о естественной жизни организма. То, что получил Леб, было скорее не фактом, а артефактом, то есть явлением, возникающим из-за самого исследования, навязанным организму исследователем и в норме организму не свойственным.

Как отличить факты от артефактов – одна из главных трудностей редукционизма. Это понимал еще Гете, о чем и сообщил устами Мефистофеля:

...Живой предмет желая изучить,
Чтоб ясное о нем познание получить,
Ученый прежде души изгоняет,

⁸ Жак Леб (Jacques Loeb, 1859–1924) – известный французский физиолог; в 1891 г. переехал в США, где стал одним из пионеров американской физиологии; профессор физиологии сначала Чикагского, а затем Калифорнийского университетов; изучал физиологию раздражения, физиологию развития и искусственный партеногенез. (Ред.)

Затем предмет на части расчленяет
И видит их, да жаль: духовная их связь
Тем временем исчезла, унеслась!

Хотя в распоряжении нынешней биологии имеется немало методов наблюдения за живыми объектами (от меченых атомов и радиоавтографии до бинокля в руках этолога⁹), проблема разграничения фактов и артефактов остается. Во всех учебниках описано, как при делении клеток в определенный момент исчезает («растворяется») ядерная оболочка. Недавно появилось сообщение, что растворение ядерной оболочки – следствие фиксации материала химикалиями, то есть не факт, а артефакт. Это как если бы исследователь наскальной живописи доисторических времен чистил скалу, чтобы лучше видеть картину, нечаянно поцарапал бы ее, а затем изучал собственные царапины.

Есть и другие трудности на пути редукционизма. У биологов издавна принято проводить особо детальные исследования на специально подобранных объектах. Мендель выбрал горох, сейчас молекулярные биологи предпочитают кишечную палочку, а генетики – плодовую мушку дрозофилу. Но каждому организму свойственна изрядная доля уникальности. Это мы хорошо знаем по себе. Нет двух одинаковых людей. Также нет и двух одинаковых кишечных палочек, только надо взглянуть на них в электронный микроскоп. Из-за этого возникает главный парадокс редукционизма. Мы вынуждены подвергать наиболее изощренным и трудоемким исследованиям лишь отдельные особи выборочных видов. А далее полученные сведения надо распространить на все другие особи вида и на другие виды. Но как распознать тех, на кого надо все это распространять? Опирается на весь самый сложный путь изощренных исследований уже нельзя, это противоречит условию задачи. Никто этого и не делает. Идут по обычному пути классификации организмов по наиболее заметным морфологическим признакам. А это уже слишком далеко от физики. Редукционизм оказывается в странном и ложном положении. Напрашивается такая аналогия. Изобретатель посулил машину, которая избавит человека от ручного труда. Его спрашивают, откуда машина будет брать энергию, и оказывается, что колеса надо крутить ногами.

Это еще не все. Нынешняя молекулярная биология гордится своими достижениями. Одно из них – утверждение, что всем организмам свойственно принципиальное единство в передаче наследственной информации от родителей к потомкам, что решающая роль здесь принадлежит нуклеиновым кислотам и в особенности пресловутой ДНК. «Всем организмам» – звучит очень громко. А в самом ли деле всем? Откуда это известно? Никто же не изучал все организмы. Согласитесь, читающие эти строки, что ни вас самих, ни ваших домашних кошек и собак, ни бегающих по вашей кухне тараканов никто не изучал на предмет присутствия

⁹ Этология – наука о поведении животных. (Ред.)

и функционирования ДНК. Изучали-то каких-то выборочных лабораторных существ, несколько десятков, от силы сотен видов, от каждого вида – некоторое количество экземпляров. Откуда же громогласное заявление – «всех организмов»? Что дает на это право?

Такое право дает все та же систематика. Именно она расположила все живые существа в обширную систему разнообразия, вскрыла в ней упорядоченность и изменчивость (и продолжает эту работу сейчас), дала нам в руки инструмент, позволяющий обойтись изучением лишь малой доли организмов, а судить о них всех. С другой стороны, та же систематика запрещает некоторые обобщения. Так, не все, изученное на бактериях, можно отнести к человеку. В царстве систематики, как в музее. Если вы пришли в египетский зал, то не ждите увидеть среди вещей, найденных в гробнице фараона, кассетный магнитофон. Не спорю, что сейчас физико-химические методы, на мой взгляд, немало помогают и систематикам, но все же роль их подсобная и всегда, на мой взгляд, останется такой.

Но и это еще не все. Мало изучить природу, надо еще записать свои наблюдения, обобщить их в понятиях, записать словами и дать почитать коллегам. Никто не может вести исследование, не обращаясь к предшествующему опыту, к трудам других исследователей. Все это связано с языком. Биологический язык вызывал немало нареканий редуccionистов. Бесчисленные названия животных, растений и микроорганизмов, морфологические, физиологические и экологические термины, расплывчатость многих понятий – все это слишком далеко от строгости и относительной простоты физического языка и стоящих за ним физических понятий. Да и, по сути дела, от биологического языка надо избавляться, если мы заявляем, что в живой природе нет ничего, выходящего за пределы физических и химических законов.

Теоретики редуccionизма это поняли давно. К сожалению, и здесь были смешаны желания и возможности, программа и результат. Известные философы-позитивисты Р. Карнап, М. Шлик и их единомышленники еще в 20-х – 30-х годах провозгласили возможность изложения на чисто физическом языке таких биологических понятий, как клеточное деление, рост, регенерация, и многих других. Дальше обещаний и отдельных частных попыток дело, однако, не пошло. Хотя это само по себе и не свидетельствует, что редуccionистские программы безнадежны, но самостоятельность биологического языка от физического и химического – лучший показатель того, насколько скромны успехи редуccionизма в попытке свести биологию к физике и химии.

Проблема приведения биологических понятий и терминов к физическому идеалу возвращает нас к проблеме классификации теперь уже не только самих организмов, но и их частей, их свойств и их отношений друг с другом и окружающей природой. За каждым термином стоит некое понятие, а что стоит за понятием? Несколько упрощая дело, можно сказать, что за понятием стоит некая классификационная единица. Зна-

чит, заменить биологический язык физическим нельзя, не отказавшись от биологических классификаций, идет ли речь о классификации организмов на виды, роды, семейства и так далее, вплоть до царств, или о расчленении организмов на части, установлении их свойств и отношений. К сожалению, здесь физика почти ничего не может предложить биологам. Ее язык слишком беден, а это значит, что физические классификации тоже слишком бедны. Ими нельзя отразить богатство и разнообразие живого мира. Может быть, положение изменится в будущем, но это – весьма отдаленное будущее.

Последняя трудность «офизичивания» биологии, о которой надо упомянуть, пожалуй, стоит всех предыдущих. Если уж «офизичивать» науку о живой природе, то нельзя забывать и о человеке, которому, как известно, свойственно ошибаться. Дело не только в том, что он может ошибаться в наблюдении и собирать артефакты вместо фактов. Человек делает в ходе исследования нечто худшее. Он привносит в исследование заранее заготовленные схемы, в которые заталкиваются специально подобранные факты, а на все противоречащее человек может неумышленно закрыть глаза. Человеку свойственно делать поспешные выводы или, наоборот, не делать никаких выводов по недомыслию. Как избавиться от всего этого?

Для избавления от неточности языка и мышления предлагалось признавать действительными и осмысленными лишь наблюдаемые физические параметры живых существ, данные в непосредственном опыте, «в ощущениях», а не косвенные соображения, получаемые путем сложных рассуждений. Опыт и ощущения, конечно, очень хороши. Очень часто они нас не обманывают. Иногда все же именно они нас подводят. Надо научиться отличать достоверное наблюдение от недостоверного. И единичные рецепты из-за непредвидимого разнообразия опыта ничего не дадут. Нужна развитая теория, которая, очевидно, должна включать и теорию психофизиологического восприятия у человека. Нет нужды объяснять, что построить такую теорию без помощи биологии, в частности теоретической, невозможно. Теоретической же биологии, которая устроит редукционистов-физикалистов, пока нет. Именно ее и требуется создать, и именно из-за ее создания разгорелся сыр-бор. Складывается замкнутый круг. Для создания теоретической биологии, удовлетворяющей физикалистским идеалам, нужна психофизиологическая теория восприятия, а для этой, в свою очередь, нужна теоретическая биология. Как вырваться из этого круга, неизвестно.

Что же делать? Решение возникшей проблемы искали по двум путям. Одни предлагали наделять неживую материю предбиологическими и предпсихическими свойствами. В защиту «протопсихических свойств» атомов приводились такие рассуждения по аналогии. Современная ядерная физика не в состоянии вывести гравитационные силы из известных свойств атомов и элементарных частиц. Гравитация, с точки зрения ядерных сил, непредсказуема, поскольку сила тяжести примерно в 10^{-38}



Рис. 2. Рене Декарт

стоятельные, несводимые к физическим, биологические сущности. Это то, что сейчас принято называть концепцией «уровней организации». Одним из родоначальников нынешней концепции уровней организации, видимо, можно считать Р. Декарта, признававшего два конечных, полностью независимых типа субстанций – душу и тело. Животных он считал лишь чрезвычайно тонко устроенными машинами. В каком-то смысле в противовес этим взглядам, а по существу, – в их развитие появились виталистские концепции, отстаивающие независимость живой и неживой природы. Удивительным образом, опять же в противовес теперь уже витализму, количество таких уровней стало множиться, а не сокращаться. Разными уровнями организации в живой природе считают, скажем, атомный, молекулярный, клеточный, организменный, популяционный, крупных экосистем вплоть до биосферы в целом. Говоря о разных уровнях, исследователи имели в виду прежде всего то, что явления одного уровня принципиально отличаются от явлений других уровней и не могут быть к ним сведены. Все было бы хорошо, не будь трех досадных вопросов: 1) сколько же существует уровней организации, 2) почему эти

раз меньше электромагнитных внутриатомных взаимодействий. Гравитационные силы мы можем учитывать лишь в больших массах атомов. Для проявления сознания, как и гравитационных сил, необходимы некоторые минимальные скопления вещества и его специфическая упорядоченность. Протопсихические свойства атомов преобразуются в психические свойства слагаемых ими тел. Эта идея довольно стара. Еще в XVIII веке Ж.Б. Робине¹⁰ писал, что органическая жизнь является скрытой сущностью и неорганической природы.

Чаще исследователи шли вторым путем. Помимо физических сущностей, они допустили к рассмотрению и само-

¹⁰ Жан-Батист Рене Робине (Jean-Baptiste Rene Robinet, 1735–1820) – французский философ-просветитель; учился в иезуитском колледже; работал как переводчик и писатель; выпустил пять томов дополнений к «Энциклопедии» Дидро и Даламбера; в 1778–1779 гг. занимал должность королевского цензора в Париже. В 1771–1772 гг. издал свое основное философское произведение «О природе», в котором обосновывал взгляд о всеобщей одушевленности материи (*гиллоизм*). Согласно Робине, все тела природы обладают животными функциями – питания, роста и размножения. Другой важной идеей Робине было представление о «градации природы» от неорганических тел до человека, отражающей упорядоченность природного разнообразия в виде последовательных ступеней совершенства. Идеи Робине оказали влияние на формирование натурфилософии Шеллинга и, в меньшей степени, – Гегеля. (Ред.)

уровни возникают и 3) как объяснить, что на более высоких уровнях возникают свойства, отсутствующие на уровнях более низких.

Что значит самостоятельный уровень? Это, ответят вам, некий аспект действительности, для которого свойственны свои закономерности, которые нельзя вывести из закономерностей других аспектов, других уровней. Критерий кажется разумным, хотя несводимость закономерностей одного уровня к закономерностям других уровней обычно трудно или невозможно убедительно продемонстрировать. Но мало ли что к чему несводимо! Я могу изучать реакции подсолнечника на солнце. Он крутит за ним следом головой. Это закономерность или нет? По-моему, да. Для подсолнечника это закономерность. Для ландыша она недействительна. Что же теперь, считать, что подсолнечник – один уровень, а ландыш – другой?

Или пример из другой области. Если неглубоко порезать палец, то кожа скоро полностью восстанавливается, порез зарастает. Если же повредился зуб, то дупло, к сожалению, уже не зарастает. И то и другое вполне закономерно повторяется. Так что же, ткань кожи и ткань зуба со своими закономерностями – тоже разные уровни организации? Сколько же надо навыведывать таких уровней, если строго придерживаться правила о выделении уровней, руководствуясь несводимостью закономерностей?

Получается, что проблема выделения уровней сводится к проблеме классификации организмов и их расчленения на части – любые, вплоть до атомов. И никакой особой проблемы уровней, помимо проблемы создания объективной, естественной системы организмов и их столь же естественного членения на части, не существует. То же можно сказать и о надорганизменных уровнях организации.

Если вопрос о числе уровней таким образом исчезает и сводится к традиционным биологическим исследованиям, то второй вопрос – о причинах возникновения разных закономерностей на разных уровнях остается, хотя и преобразуется. Вместо него возникает несколько иной: почему вообще организмы разбиты на систематические группы и почему они состоят из тех или иных частей, почему у них та, а не иная физиология и экология? Нетрудно заметить, что все перечисленные вопросы ставят перед собой не только биологи, но и любая другая наука.

К чему же мы пришли? Какие уроки должна извлечь биология из многолетней дискуссии о редукционизме? Если редукционизм плох, то что предложить взамен? Не вернуться ли к временам, когда чуть ли не основная масса биологов занималась систематикой? Может быть, надо притормозить стремительное развитие молекулярной биологии, биофизики и биохимии?

Нельзя сказать, что редукционизм плох. Он просто недостаточен. Физико-химические методы хороши для решения некоторого круга задач, крайне важных, но не исчерпывающих всех проблем биологии. В основе редукционизма как философского мировоззрения лежит убеждение, что для познания организмов надо идти от более простых компо-

нентов организма к более сложным, от более мелких частей к более крупным, от части к целому. Антиредукционисты обычно возражают против такого подхода и указывают, что части определяют не все свойства целого, есть еще так называемые «целостные свойства».

В пояснение этой мысли приводят, например, такую аналогию. Мы не можем понять свойств музыкального произведения, изучая отдельные звуки и такты. Сходные явления можно найти и в биологии. Изучая отдельные особи, этолог не может предсказать, как они поведут себя вместе.

Против изучения целостных свойств возражать не приходится. Некоторые явления можно понять, лишь наблюдая организм целиком. Все же наука вынуждена даже эти целостные свойства изучать порознь, а такая операция – уже редукция. Иными словами, редукционистские приемы исследования, видимо, неизбежны. Кроме них, наука ничего предложить не может. Подлинно целостное восприятие мира, по-видимому, невозможно в рамках науки, по крайней мере с ее современными традициями, и принадлежит другим сферам человеческого познания, прежде всего искусству. Поэтому стоит обсудить вопрос, не является ли нынешняя наука в самом своем основании редукционистской. Если да, то редукционисты и их противники в сфере науки будут отличаться не тем, что одни – поклонники редукционизма, другие же – ненавистники. Все будут поклонниками, хотя и в разной степени, одни – явными, а другие – неосознанными.

Впрочем, эта разная степень поклонения порождает отличающиеся способы мышления. Одни – крайние редукционисты – основное внимание обращают на то, как из более мелких механизмов возникают более общие, как влияют части, начиная с молекул, на свойства целого организма. Эти люди начинают с физики и химии и отсюда двигаются к целому организму. Другие – их можно назвать «скрытыми редукционистами» (хотя сами они называют себя антиредукционистами), идут как бы встречным путем. Их интересует прежде всего то, что иногда называют «нисходящим детерминизмом», – как целое влияет на свойства частей, а точнее, как изменяются части в зависимости от положения в целом.

Нисходящий детерминизм не ограничивается биологическими объектами. Это одно из общих свойств мира, давно отмеченное философами. Свойства вещей проявляются не безотносительно к чему-либо, а в отношениях, в том числе, в материальных взаимодействиях с другими вещами. Например, для того, чтобы проявилась текучесть воды, надо поместить ее в систему с гравитационным полем при определенных температуре и давлении. Но именно в биологии эффекты нисходящего детерминизма особенно демонстративны. В генетике хорошо известен «эффект положения» – разные проявления гена в зависимости от его положения в хромосомах. Эмбриологи прекрасно знают, что судьба какой-либо части зародыша зависит не столько от ее собственных свойств, сколько от положения в целом зародыша. На достаточно ранних стадиях эмбрионального развития части зародыша можно хирургическим путем

менять местами без видимых последствий для взрослой особи. Части разовьются в нужный орган в соответствии с занятым ими новым местом. Одно и то же животное в зависимости от ситуации может быть дружелюбным и агрессивным. О том, как сильно зависят свойства организма от его отношений с экосистемой, видимо, можно не говорить. К сожалению, огромная роль нисходящего детерминизма не всегда достаточно учитывается. Например, не раз высказывалось мнение, что вода в море и вода в теле рыбы – не одно и то же вещество, но я не знаю, в какой мере учитывают такую возможность биохимии в своих повседневных исследованиях.

Суммируя трудности редуccionизма, я задавал и риторический вопрос: не надо ли вернуться к временам господства систематики? В самом деле, без сильной поддержки систематики и других традиционных разделов типологии физико-химические средства изучения загадок жизни не оправдывают возложенных на них надежд. Какие бы тонкие механизмы жизни мы ни изучили с помощью сверхсовременной аппаратуры, нам не интересно относить полученные результаты лишь к тем существам, которые попали на лабораторный стол. Как-то надо эти сведения распространять дальше на все множество разнообразных организмов. От молекулярной машины рано поздно надо переходить к формам организмов, их поведению и месту в экосистемах.

Но тогда потребуется перестройка самих принципов систематики и обслуживающих ее традиционных дисциплин.

Поиск закономерностей в изменчивости, умение представить эти закономерности в точной и строгой форме, поддающейся математическому анализу, – по-видимому, единственный путь кристаллизовать в стройные теории те горы сыпучего фактического материала, о которых шла речь в начале статьи. Только тогда удастся соединить главные направления в нынешней биологической науке — молекулярную биологию с ее тончайшими физико-химическими методами и традиционные дисциплины — систематику, морфологию, физиологию и экологию. В этом соединении растворится, исчезнет давняя проблема редуccionизма.

ПУТЬ К НОВОМУ СИНТЕЗУ, ИЛИ КУДА ВЕДУТ ГОМОЛОГИЧЕСКИЕ РЯДЫ?¹

ИСПЫТАНИЕ МОЛЧАНИЕМ

Начало этой истории кому-то может показаться знакомым. Но иначе ее и невозможно начать. Важно то, к чему все это приведет. Однако – по порядку.

В июне 1920 года в Саратове состоялся III Всероссийский селекционный съезд. На нем выступил с докладом Н.И. Вавилов. Огромным фактическим материалом он убедил аудиторию в том, что изменчивость организмов подчиняется закону, названному им «законом гомологических рядов в наследственной изменчивости». Вавилов утверждал, что виды и роды, генетически близкие, характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости с такой правильностью, что, зная ряд форм в пределах одного вида, можно предвидеть нахождение параллельных форм у других видов и родов.

По окончании доклада весь зал поднялся и устроил Вавилову овацию, а потом участники съезда послали в Совнарком телеграмму о со-



Рис. 1. Николай Иванович Вавилов

стоявшемуся событию. Теория Вавилова, говорилось в телеграмме, представляет собой «...крупнейшее событие в мировой биологической науке, соответствуя открытиям Менделеева в химии, открывает широкие перспективы для практики». Действительно, знание законов изменчивости открывало огромные перспективы перед биологами. Появилась реальная возможность разложить по полочкам неисчислимое разнообразие свойств организмов, возможность предвидения доселе неизвестных свойств.

Так, под гром аплодисментов, явился научному миру закон Вавилова. О законе довольно часто писали в 20-х–30-х годах, но преимущественно соотечественники. Писали всяко – хвалили, даже восторгались, иногда ругали и даже поносили (за антидарвинизм). Некоторые же, наоборот,

¹ Знание—сила. 1972. №8. С. 20–22.

утверждали, что в данных Вавилова нет ничего нового. И действительно, кое-что было известно и прежде.

В 1856 году французский ботаник Шарль Ноден описал изменчивость плодов у трех видов тыкв. В каждом из них есть разновидности, отличающиеся определенной величиной и вкусом плодов, формой семян и многими другими свойствами. Эти разновидности так хорошо повторяются от вида к виду, что их можно расположить параллельными рядами.

В 1863 году энтомолог Б.Д. Уолш заметил, что если какой-нибудь признак сильно изменчив в одном виде, то так же будет и у близкого вида и, наоборот, устойчивые признаки остаются столь же устойчивыми и у близких видов. Эту закономерность Уолш окрестил «законом уравнительной изменчивости».

Многие чувствовали: изменчивость организмов не идет как попало. Упорядоченность, согласованность, параллелизм в направлениях изменчивости у разных видов и родов отметил Дарвин. В этом он не увидел ничего противоречащего его теории: параллельная изменчивость, считал он, – это признак сходства, и оно объясняется просто наследованием одних и тех же черт от общего предка.

Иначе подошел к этим фактам известный американский палеонтолог Э. Коп². В том же 1868 году в книге «Происхождение родов» он

² Эдвард Дринкер Коп (Edward Drinker Cope, 1840–1897) – выдающийся американский анатом и палеонтолог, основатель неоламаркизма. Коп создал эволюционно-метафизическую концепцию, по глубине и широте не уступающую известным построениям о.П.Тейяра де Шардена. По представлениям Коп, теория эволюции «пытается дать не менее как историю процесса творения Вселенной, поскольку мы можем созерцать последнюю, и является, следовательно, попыткой формулировать планы и мысли Творца этой Вселенной». «Эволюционное учение может быть определено как учение, считающее, что творение совершалось и совершается под действием энергии, которая присуща эволюирующей материи, и без вмешательства факторов, которые являются посторонними ей». Эту творческую энергию Коп назвал «анагенетической», противопоставив ее известным видам энергии – «катагенетическим». Анагенетическая энергия «стремится к восходящему прогрессу в органическом смысле, т.е. к увеличению власти организма над окружающей его средой и к прогрессивному развитию сознания и разума. Катагенетическая энергия стремится к созданию в веществе устойчивого равновесия, при котором молярное движение не вызывается изнутри, а ощущение невозможно». В процессе эволюции анагенетическая энергия создает органические формы, которые не только успешно сопротивляются основной тенденции катагенетической энергии, направленной к распаду, но и подчиняющие последнюю целям жизни: «все виды функционирования органов, за исключением усвоения (ассимиляции), воспроизведения и роста, являются катагенетическими». Важнейшей чертой анагенетической энергии является ее связь с явлениями сознания в широком смысле. Коп выдвинул гипотезу, что первичная форма энергии была именно сознательной, а бессознательные виды энергии произошли от нее путем регрессивного метаморфоза. Определяющую процесс органической эволюции анагенетическую энергию Коп назвал «силой роста» или «батмизмом». Эволюционные изменения силы роста могут вызываться физико-химическими воздействиями внешней среды (у растений, не способных к механическим движениям),



Рис. 2. Эдвард Дринкер Коп

описал параллельную изменчивость у земноводных и провел аналогию между рядами изменчивости высших групп животных и рядами спиртов и их производных. За это его потом неоднократно попрекали те последователи Дарвина, для которых в подобных аналогиях не было ничего, кроме механистического понимания живой природы.

В конце прошлого – начале нашего века параллельную изменчивость от одной группы к другой у самых разных животных и растений описывали многие другие ботаники, зоологи и палеонтологи. Фактов такого рода набиралось все больше, и становилось все яснее, что биологи столкнулись с действительно важной закономерностью. Но интуитивно чувствуемой закономерности еще

только предстояло превратиться в фундаментальный закон.

Перед восхищенными селекционерами Вавилов развернул ясные таблицы, где ряды изменчивости растений закономерно и параллельно сменяли друг друга у разных видов и родов. Иногда в таблицах зияли пустые клетки – еще не найденные, но несомненно существовавшие или существующие в природе виды. Недаром сказал участник саратовского съезда, наш видный ботаник В.Р. Заленский, когда зал разразился аплодисментами после доклада, свои ставшие знаменитыми слова: «Это биологи приветствуют своего Менделеева!»

После бурного успеха и оживленного, хотя и не всегда доброжелательного обсуждения для закона Вавилова настала пора испытаний. Одно время имя Вавилова было надолго вычеркнуто из нашей биологи-

к которым последовательно прибавляются «сознательные», внутренние факторы в виде употребления органов (у растений, способных к механическим движениям, и животных с неопределенными движениями), усилия под влиянием нужды (у животных с определенными движениями, лишенных разума), выбора (у животных с волей и слабо развитым интеллектом) и, наконец, сознательного выбора – у животных с высокоразвитым интеллектом и, прежде всего, у человека. По представлениям Коп, естественный отбор является не порождающим («originative»), а лишь направляющим, ограничивающим фактором, действие которого сводится к сохранению или уничтожению форм, вызванных к жизни изменениями силы роста или батмизма. Коп признавал наследование приобретенных признаков, полагая, что влияние внешней среды и внутренних факторов может оказывать на тело организма и его наследственное вещество скоординированное «двойное действие», при котором определенное морфологическое изменение закрепляется соответствующими изменениями в наследственном веществе. (Ред.)

ческой литературы. В конце 50-х годов о нем снова заговорили. Вскоре вышли новые издания вавиловских трудов. Статья о законе гомологических рядов была перепечатана несколько раз. Опять появились работы, подтверждающие этот закон. Но, странное дело, в вышедших у нас и за рубежом в последние 10–15 лет многочисленных статьях и солидных монографиях по общим проблемам систематики и эволюции по-прежнему сплошь и рядом о законе Вавилова не говорится ни слова.

Вот капитальные монографии по теории эволюции и систематики И.И. Шмальгаузена, Э. Майра, Г.Л. Стеббинса, В. Циммермана, А. Кэйна и многих других биологов. Типы изменчивости организмов перечисляются десятками, в списках литературы – сотни работ, а закону Вавилова, в лучшем случае, отводится одна мимолетная строчка. Чаше же ни о Вавилове, ни о его законе – вообще ни слова.

В чем же дело? Статьи Вавилова о гомологических рядах печатались и по-русски, и по-английски, причем в весьма распространенных изданиях. Так что языковой барьер и трудности достать первоисточник перед исследователями не вставали. Может быть, Вавилов писал о чем-то очень тривиальном? Но откуда тогда бурная реакция его слушателей в Саратове?

Иногда молчание ученых – красноречивее слов. И это молчание должно о чем-то говорить. Но о чем? Может быть, обобщения Вавилова безнадежно устарели и имеют чисто исторический интерес? Тоже едва ли. Когда исполнилось полвека со дня саратовского доклада, были устроены специальные торжества, в которых приняли участие представители ведущих ботанических учреждений страны и во время которых много говорилось о непреходящем значении закона Вавилова. А вот слова, сказанные в 1967 году нашим известным генетиком М.Е. Лобашовым. Он убежден, что закон Вавилова «приобретает всеобщее значение как закон возникновения аналогичных рядов биологических механизмов и процессов, совершающихся в органической природе».

ВСЕ БЫЛО ЗАПЛАНИРОВАНО?

Нет, закон Вавилова совсем не устарел. Скорее всего причина красноречивого молчания – в другом. Собранные и обобщенные Вавиловым факты со скрипом укладываются в теоретические концепции, построенные без учета его закона. Прежде всего это относится к синтетической теории эволюции, которая сейчас господствует в биологии и в которой, при всей ее детальной обоснованности, параллелизму в изменчивости в лучшей случае отводится роль непринципиального факта.

Синтетическая теория эволюции недаром носит свой эпитет. В ней были синтезированы достижения современной генетики с прежними дарвиновскими представлениями о ведущей роли естественного отбора в эволюции организмов. Изменчивость, связанная с изменением среды

или с самопроизвольными мутациями, поступает на сито естественного отбора, который сортирует результаты и определяет, кому жить и дать потомство, а кому – помирать. Если внешние условия остаются постоянными, то естественный отбор охраняет черты, ставшие нормой, не допускает отклонений. Если же условия меняются, другими становятся и требования отбора, норма сдвигается. Изменчивость следует по поставленным отбором рельсам. Так представляет себе эволюционный процесс синтетическая теория. Так оно, может быть, и есть, но насколько полна эта картина и как найти в ней место для многочисленных фактов параллельной изменчивости?

Большинство синтетиков³ разделяет мнение Дарвина, что параллельная изменчивость у разных групп организмов возникает на общей генетической основе в ответ на сходные требования среды. Действительно, если на два родственных организма с близкими наборами генов отбор давит одинаково, то ничего нет удивительного, что изменчивость идет параллельными линиями. Исследователь параллелизма у цветковых растений Е.Е. Леппик так и пишет: «Физические и биологические факторы принуждают развивать идентичные органы, как, например, подобные типы корней, стеблей, цветков, плодов, семян и т.д.». Примерно так или несколько иначе чаще всего и объясняют параллелизм в эволюции животных и растений.

Итак, предопределенность, предрешенность появления признаков на генном уровне плюс определенное давление отбора.

Но попробуем-ка порассуждать в том же направлении и дальше, вглубь эволюции. Для рассуждения выберем три рода из тех, на которых Н.И. Вавилов иллюстрировал параллельную изменчивость: рожь, овес и пшеницу. В каждом роде колоски могут быть остистыми или безостными. Остистость – безобидный, казалось бы, признак, всего лишь один из нескольких десятков признаков, параллельно появляющихся в этих трех родах. Сейчас вы увидите, к чему может привести эта «безобидность»...

Ведь в соответствии с синтетической теорией мы должны предполагать, что в наследственном фонде ржи, овса и пшеницы есть генетическая предрасположенность к остистости. Эта предрасположенность с разрешения или по настоянию естественного отбора превращается в реальность у какой-то части видов каждого рода. То же происходит и со всеми другими параллельно появляющимися признаками. Предрасположенностью к ним мы должны наделить не только эти три рода, но, очевидно, и их ближайшего общего предка. Представим себе, запомним этого общего предка, сочетающего в себе признаки трех родов злаков, и пойдем дальше.

Параллелизм можно найти не только между рожью, овсом и пшеницей. Вводя в анализ различные группы признаков, можно установить параллелизм между всеми родами злаков. Тогда можно сделать вывод, что

³ Странников синтетической теории эволюции (Ред.)



Рис. 3. Гомологические ряды изменчивости видов пшеницы и ячменя по признаку остистости: 1–4 – формы ряда «мягких» пшениц (42 хромосомы); 5–8 – формы ряда «твердых» пшениц (28 хромосом); 9–12 – формы шестирядного ячменя; видно сходство всех трех рядов по характеру сокращения длины остей (по Н.И. Вавилову)

женные параллелизмы между покрытосеменными и некоторыми вымершими голосеменными. А дальше можно перейти к папоротникам, прапапоротникам, праголосеменным. Например, наш выдающийся ботаник Н.П. Кренке обратил внимание: ряды, построенные для листьев различной степени рассеченности, обнаруживают одни и те же закономерности вне зависимости от того, анализируем мы листья папоротника или картофеля. От высших растений нетрудно перекинуть мост и к водорослям, а от них – к грибам и животным...

предковая форма семейства имела совершенно конкретное предрасположение, чуть ли не готовую генетическую программу всех тех признаков, которые из-за общности наследственной основы когда-либо проявлялись параллельно и независимо у всех родов и видов злаков.

По многим признакам параллелизм устанавливается между злаками и другими семействами однодольных. Перебирая разные группы признаков, мы можем все больше и больше расширять этот круг растений и включать в него все однодольные, а затем и все покрытосеменные. Эта наиболее крупная группа растений появилась где-то в мезозое, миллионы двести лет назад. Предков ее мы достоверно не знаем.

Но если наши рассуждения были правильными, мы можем сказать, что эти предки имели незаурядный генетический арсенал. Ведь у них были ключи ко всем тем признакам, которые когда-либо возникали у всех покрытосеменных на основе генетической общности параллельно и независимо.

Еще богаче генетически должны быть другие древние организмы. Меня, палеоботаника, не раз поражали прекрасно выра-

Общий вывод уже напрашивается сам, и его абсурдность очевидна. Связав появление параллельной изменчивости с общей наследственной основой, мы должны будем наделить неведомые нам примитивнейшие организмы, населявшие Землю миллиарды лет назад, невообразимым генетическим потенциалом. В них была «предопределена» вся последующая эволюция, со всеми ее достижениями и тупиками, в том числе такие детали, как остистость или безостность злаков, с которой мы начали наши рассуждения.

От такого выбора у безоглядного сторонника синтетической теории волосы на голове зашевелиятся. Но, вероятнее, он с возмущением скажет: «В Вашей аргументации, уважаемый коллега, есть, мягко выражаясь, серьезный изъян. Неужели Вы и вправду думаете, что все параллельно повторяющиеся признаки мы предполагаем запрограммированными в предках и не допускаем появления их заново? Зачем преувеличивать? Ведь речь идет о генетической предопределенности в самом общем виде. Например, если у разных животных хвост может быть с кисточкой или без нее, то в генотипе достаточно запрограммировать лишь хвост и шерсть на нем. Естественный отбор сформирует кисточку у одних животных и не допустит этого у других. Кисточка будет независимым новообразованием в разных группах. Таким же новообразованием может быть и любой из признаков, на которых Вавилов демонстрировал свой закон».

Однако таким путем нельзя снять всех вопросов, вытекающих из закона гомологических рядов. Нередко с поразительным параллелизмом изменчивости приходится сталкиваться у совершенно различных систематических групп из разных времен, связанных лишь крайне отдаленным родством. А проявляется этот параллелизм часто в признаках, истолковать приспособительное значение которых крайне трудно (а поэтому трудно показать роль естественного отбора в их появлении). Например, почти идеально повторяются формы листьев в таких различных группах, как папоротники, прпапоротники, различные «семенные папоротники», цветковые, причем их сходство проявляется в совершенно разных климатических зонах и в разные геологические эпохи. Сказать, какое значение эти формы листьев имели для растений и по каким показателям просеивал их естественный отбор, никто не может.

Здесь, конечно, можно возразить: не знаем сейчас – узнаем потом. К тому же, кто возьмется доказать, что эти формы листьев вовсе не контролировались естественным отбором или не были связаны в своем становлении с какими-то другими, жизненно важными особенностями строения?

Представить такие доказательства очень трудно. Мы не имеем представления, какое значение для некоторых видов ржи, овса и пшеницы имеет остистость колосков. Заявлять, что остистость вовсе не имеет значения и появилась вне действия естественного отбора, тоже рискованно. Спор получается бездоказательным, а значит, и непринципиальным. В таких случаях лучше бросить бесплодные пререкания и попытаться взглянуть на вещи с более общих позиций. И для этого вспомним слова Заленского на съезде селекционеров.

ВСЕОБЩИЙ ЗАКОН ПРИРОДЫ?

«Биологи приветствуют своего Менделеева!» А может быть, не только внешнее сходство параллельных рядов изменчивости, построенных Вавиловым, и Периодической системы элементов дает право на это сравнение? Сам Вавилов чувствовал, что за закономерностями, описанными им и его предшественниками, стоит нечто большее, чем простая повторность форм. В конце статьи о гомологических рядах он говорит об их сходстве с гомологическими же рядами углеводов. «Помимо химической структуры, – писал Вавилов, – различные формы растений и животных характеризуются физической структурой и напоминают как бы системы и классы кристаллохимии. Изменчивость в форме может быть до известной степени сведена к геометрическим схемам». Так, через несколько десятилетий было суждено возродиться идее Э. Копа...

Но, возродившись, ей не суждено было завладеть умами всех. Мало кто всерьез задумался над этим загадочным сходством системы элементов и системы организмов, рядов изменчивости живых существ и углеводов или спиртов. Однако разобраться с этим сходством надо непременно. И если перед нами лишь случайное подобие, то, объясняя параллелизм изменчивости организмов, придется вернуться к генам и отбору. Если же подобие не случайное, значит, его регулируют какие-то общие законы. Ведь никому не придет в голову объяснять гомологические ряды в химии через общую наследственную основу и естественный отбор.

Сходство рядов изменчивости организмов и органических соединений оставалось вне внимания исследователей несколько десятилетий. Но вот в 1968 году в журнале «Вопросы философии» вышла статья биолога, философа и математика Ю. Урманцева «Поли- и изоморфизм в живой и неживой природе». В ней написано следующее: «...Закон параллельной изменчивости общих по систематическому положению организмов, известный еще исследователям XIX века, но наиболее глубоко изученный в начале XX века Н.И. Вавиловым, не специфичен для какой-либо области природы» (то есть его нельзя ограничивать ни видами, ни родами растений или животных, ни даже вообще только нивой материей). Дальше Урманцев пишет: «Н.И. Вавилова и других исследователей мучила мысль о пределах (до рода, семейства, класса и т.д.) применимости этого закона. И на вопрос о сходстве, и на вопрос о пределах мы уже ответили: в известных отношениях сходство бесконечно, пределов нет!» Каким же путем нашел Урманцев ответ на эти мучительные вопросы?

Сначала он описал явление, названное им «биоизомерией». С изомерией в неживой природе впервые столкнулись химики еще в начале прошлого века. Этим термином обозначили способность некоторых химических соединений, не меняя состава, образовывать вещества с различными свойствами. Позже оказалось, что при этом одни и те же атомы в молекулах меняют расположение. Уже в XX веке изомерия была

открыта и на более глубоком ядерном уровне. С математической точки зрения изомерия – это лишь различные комбинации элементов, одинаковых по числу и составу. Изомерия, – считает Урманцев, – всеобщее свойство материи, в том числе и биологической. Строгими математическими выкладками и обширными исследованиями он доказал, что количество и строение изомеров, скажем, молекул, где от одного изомера к другому меняют места атомы, и цветков, где в той же роли выступают лепестки и чашелистики, можно рассчитать с помощью одних и тех же уравнений.

Биоизомерия охватывает лишь долю параллельной изменчивости у организмов, когда меняется лишь взаимоотношение элементов, но не их число и состав. А как быть, когда меняются сами элементы и их количество? На этот вопрос Урманцев отвечает примерно такими рассуждениями. Очевидно, что любой объект – молекула, кристалл, организм, это не имеет значения, – входит в какие-то ряды изменчивости. В каждом из таких рядов есть определенное число признаков, элементов, подчиняющихся определенному закону комбинирования. От ряда к ряду законы комбинирования и типы преобразования элементов повторяются. Отсюда вытекает, что любой объект одного ряда должен в каком-то отношении соответствовать тому или иному объекту других полиморфических рядов. Свои предположения Урманцев строго доказал в виде нескольких теорем. Получилось, что источник параллелизма кроется в таких всеобщих свойствах объектов материального мира, как обладание структурой, организованностью элементов – тем, что сейчас называют системностью. Иными словами, для проявления параллелизма вполне достаточно, чтобы члены соответствующих рядов имели системную природу, то есть состояли из каких-то элементов, определенным образом организованных и взаимодействующих. Что бы ни происходило затем с элементами, они будут подчиняться определенным и ограниченным в числе законам комбинирования. Поэтому большая или меньшая степень параллелизма возникающих рядов разнообразия неизбежна.

Неисповедимы судьбы идей в науке. Когда-то Коп, а затем Вавилов увидели сходство в изменчивости организмов и органических соединений. Вот оценка этих идей в 1948 году: «явно антидарвинистски преувеличивая значение явления, фигурирующего у них под такими названиями, как «гомоплазия», «гомологические ряды» и т.д., эти ученые видят тут действие какого-то всеобщего закона...» (Л.Ш. Давиташвили). Проходит еще два десятилетия, и вдруг начинает оправдываться ветхозаветный афоризм: «Камень, который отвергли строители, сделался главою угла».

НЕОБХОДИМОСТЬ НОВОГО СИНТЕЗА?

Еще в прошлом веке в биологию начала проникать теория вероятности. Расстаться с привычным взглядом о прямолинейной и жесткой связи

причин и следствий в живой природе биологам, как когда-то физикам и химикам, было непросто. И вот вероятностное мышление господствует в теоретической биологии. На нем основана вся синтетическая теория эволюции.

Но только ли теорией вероятности исчерпываются законы, одинаково действующие в живом и в неживом мире? Нет, конечно. Поиск таких универсальных законов, а отсюда и общих подходов к изучению самых разнообразных явлений природы ведется широким фронтом под флагом «общей теории систем», под девизом «Мы должны отказаться от мысли, будто природа разделена на факультеты, подобно университетам» (Л. Акоф).

Мир вокруг нас поразительно разнообразен. Но как ни велико и необозримо это разнообразие, в нем есть некие всеобщие законы. Увеличиваясь, оно рождает свой антипод – однообразие, повторность, изоморфизм. Это касается любого явления, любого объекта. Достаточно осознать это, и становится ясным глубокий смысл общей теории систем, ее огромная обобщающая, объединяющая сила.

Значит, осознав единство законов разнообразия, законов полиморфизма, идет ли речь о растениях, молекулах, галактиках или литературных произведениях, мы начинаем мыслить «системно». И – обратная связь: обнаружив эти единые законы, увидев в разнообразии повторность, в полиморфизме – изоморфизм, разобравшись в сущности того и другого, мы, в свою очередь, обогащаем общую теорию систем, создавая из нее мощнейший инструмент познания.

Внедрение в биологию «системного мышления», как в свое время мышления вероятностного, оказалось делом нелегким. Многие законы издавна считаются монополией живой или, наоборот, неживой природы, и идея их универсальности должна разрушить вековые психологические барьеры.

Там, где общая теория систем коснулась динамики жизни, ее сильным союзником оказалась кибернетика, весь смысл которой – в изучении всеобщих принципов регулирования, управления, связей и взаимосвязей. В этом союзе с кибернетикой и видят будущее «системного движения» многие биологи. Один психологический барьер у них остался позади, для них стало очевидным, что теория информационных систем или теория автоматов нужны не только при конструировании счетно-решающих машин, но и для понимания деятельности мозга.

Но другой, может быть, еще более важный психологический барьер остается не только не преодоленным, но часто и не осознанным. Это та часть общей теории систем, которая вскрывает законы, руководящие проявлением форм и структур как таковых, в их разнообразии и повторности. Первые бреши в стене непонимания пытались пробить Коп и Вавилов. Но их идеи постигла судьба многих гениальных догадок. Лишь много лет спустя они возродились в теоремах Урманцева, вошли как не что вполне естественное и необходимое в его вариант общей теории

систем. Из этих теорем неотвратимо следует, что параллелизм форм и структур, так же как и параллелизм функций и поведения, – неизбежное следствие многообразия природы. А потому сходство морозных узоров на окнах и листьев папоротников, подчинение молекул и цветочных венчиков, стихов и кристаллов одним и тем же математическим зависимостям – вовсе не игра природы и не забавные аналогии, а удивительное свойство мира, в котором мы живем.

У параллелизма всегда было много горячих поклонников, но не меньше и решительных противников. Загипнотизированные многочисленными случаями параллелизма, одни биологи видели в них сущность и основу эволюции, забывая, что в живой природе, кроме повторности и однообразия, есть как-никак неповторимость и разнообразие, что разнообразна даже сама повторность. И, наоборот, столь же загипнотизированные, но уже разнообразием живых существ, другие биологи не видели в параллелизме достойного противовеса полиморфизму, сводили параллелизм к частному, малозначащему феномену. Ныне в этом противоборстве тезиса и антитезиса постепенно выкристаллизовывается новый синтез.

Когда-то словами «новый синтез» называли синтетическую теорию эволюции. В известной мере это справедливо. Это был удачный, впечатляющий шаг. Системный взгляд на многообразие живой природы пока оставался за рамками этой теории. В закономерной повторности форм (да и не только форм) живых существ синтетическая теория не увидела фундаментальнейшего свойства материального мира. Она отметила отдельные случаи параллелизма, подобрала к каждому из них свое объяснение и вернулась к мутациям, наследственности, естественному отбору.

В стремлении познать основы основ живого мы часто уповаем на сверхсовременные микроскопы, тончайшие биохимические методы, электронные вычислительные машины. Кажется, еще немного вглубь, поближе к молекулам, и все станет ясно. Но только ли этот путь возможен? И все ли загадки жизни мы решим таким путем?

Великий Гете как будто предвидел подобные вопросы:

«...живой предмет желая изучить,
Чтоб ясное о нем познание получить,
Ученый прежде души изгоняет,
Затем предмет на части расчленяет,
И видит их, да жаль: духовная их связь
Тем временем исчезла, унеслась!»

И здесь на ум приходит аналогия. А что если бы кристаллография ждала разгадки внутриатомных тайн для построения системы кристаллов? Ведь в распоряжении нашего великого соотечественника Е.С.Федорова, когда он выводил свои группы симметрии кристаллов, не было рентгеноструктурного анализа, а был лишь опытным путем найденный закон постоянства углов между гранями кристаллов. И еще та-

кой вопрос, — а как бы разобрались кристаллографы в рентгеновских портретах кристаллов, не зная о «федоровских группах»? Может быть, уповав на одну лишь молекулярную биологию, мы порой уподобляемся археологу, который пытается прочесть неведомые письма, разглядывая буквы в микроскоп?

Конечно, новые существа — не кубы, не гексаэдры и не октаэдры. Здесь все сложнее и пока не известно, какие свойства живых тел выступают в роли биологического «закона постоянства углов». Но недаром Дж. Бернал назвал будущую «наднауку», включающую в себя биологию, «обобщенной кристаллографией». Симметрия живого еще ждет своего Федорова. В любом случае путь к ее познанию лежит через изучение форм животных и растений, форм как таковых, в бесчисленном их многообразии, в закономерной их повторности. За этой повторностью всплывут твердые законы и строгие теоремы. Но, обнаружив их, мы не поставим в исследовании точку. Учение о структуре надо будет соединить с историческим анализом, с учением с функциях, с пониманием тех физико-химических механизмов, которые взращивают организмы от поколения к поколению каждый раз заново. Тогда яснее станут и эти структуры, и эта история, и эти функции, и эти механизмы. И тогда мы с полным правом назовем созданную теорию «новым синтезом».

ВЕРОЯТНОСТНЫЙ МИР И ВЕРОЯТНОСТНЫЙ ЯЗЫК¹

Слово «вероятность» прочно вошло в естествознание. Вероятностный подход считается показателем современного стиля научного мышления, о чем бы ни шла речь – о мире элементарных частиц, популяциях животных, эпидемиях гриппа или миграциях населения. Высказывалось даже мнение, что математика – всего лишь область общей теории вероятностей.

Соблазн думать, что мы уже вошли в совершенно новый – вероятностный – мир знания, мир, о котором не помышляли наши предки, очень велик. Но так ли это? Новый стиль мышления! Это заявление обязывает к столь многому, что надо сто раз подумать, прежде чем сказать себе: «Да, я сделал этот шаг». А то ведь можно принять новую мебель и модный костюм за новый уклад жизни.

Жреческий характер научного языка постепенно отделяет его от языка повседневности. Кажется очевидным, что в монопольном владении ученых находится не только определенный круг фактов и понятий, но и свой особый язык, свой специфический стиль мышления. Если допустить, что это так, то вступление в новый, вероятностный мир означает отрыв научного мышления от обыденного, а значит, и отрыв от того, что называется культурой в широком смысле слова. Однако историки науки давно заметили, что, хотя естествознание влияет на судьбы культуры, оно в свою очередь испытывает сильнейшее давление культурных традиций. Часто именно культурный фон задает шкалу научных ценностей и тем самым определяет магистрали научного познания. Неужели теперь, с освоением вероятностных представлений, нужно расстаться с этой традицией? Или подтягивать культуру до науки? Но какое отношение может иметь повседневный человеческий быт к высоким научным словам о вероятностном мире? Не получится ли то же, что с теорией относительности? Спустившись с высот науки в повседневную жизнь, теория эта порой превращается в примитивный афоризм «все в мире относительно». Что-то подобное этому афоризму («все в мире вероятно») могут породить и вероятностные идеи.

Не будет преувеличением сказать, что с идеями общей теории относительности повседневное мышление не справляется. Даже для студента-

¹ Химия и жизнь, 1979. № 6. С. 22–27 (соавторстве с В.В.Налимовым). По словам В.В. Налимова, она представляет небольшую, относящуюся к проблемам биологической таксономии часть работы, полностью опубликованной в виде главы «Вероятностный мир – выход в другую культуру?» в книге: *Налимов В.В., Дроздина Ж.А. Реальность нереального. Вероятностная модель бессознательного*. М.: «Мир идей», 1995. С. 14–30. (Ред.)

физика труден переход от привычных представлений о пространстве и времени к представлениям специальной и общей теории относительности. Может быть, нечто похожее происходит и с теорией вероятности? Мы освоили ее язык, научились решать с ее помощью множество задач, но еще не прониклись сознанием неизбежности вероятностного мира.

Предложить готовый рецепт «освоения» было бы слишком смело. Ограничимся лишь некоторыми соображениями, изложив их по возможности кратко.

* * *

Сначала – взгляд в прошлое. Европейская культура воспитана в детерминистском видении мира. Это видение задается уже нашим языком. Детерминизм есть взгляд на мир как на гигантский механизм, регулируемый жесткими причинно-следственными связями. И язык науки был приспособлен – по крайней мере стремился приспособиться – к описанию элементарных единиц этого механизма и их сочетаний, к формулированию единых, фундаментальных и непререкаемых законов мира – мечтой науки, если так можно выразиться, была возможность одного-единственного и непротиворечивого описания мира. Может быть, именно этот естественнонаучный язык, основанный на логике, заставлял признать бытие логики в самом мире. Принципом логической непротиворечивости был наделен сам мир в сочинениях Аристотеля и его средневекового интерпретатора Фомы Аквинского, существенно повлиявшего на развитие европейской культуры.

Человек в таком мире – лишь блок вещества, переосложнившийся настолько, чтобы овладеть логикой, заложенной в основании бытия. Человек сам стал маленьким механизмом – микрочасами. Но оправдать это наименование он не смог. Часы оказались несовершенными, как бы испорченными в ключевых узлах – в том, что касается способности к наблюдению, обобщению и действию. Человеку помешали стать идеальным механизмом субъективность, приводящая к ошибкам в наблюдениях, и «свобода воли». Ни то, ни другое не поддается описанию языком формальной логики. Наблюдатель мыслится как некоторая прибороподобная, не ошибающаяся инстанция, и идеалом остается постижение природы через некую всеобъемлющую, но зависящую от человеческих прихотей, объективно существующую логику. Эта логика излагается как правила построения истинных высказываний при помощи отдельных понятий, каждое из которых имеет строго определенный, дискретный смысл. В таком случае и мышление должно являть собой такой же дискретный в своей основе аппарат. И вот уже нейрофизиология устремилась на поиски дискретных носителей дискретных мыслей, на поиски участков, ответственных за тот или иной вид мышления, например, абстрактное мышление...

Со времен античной древности утвердилось мнение, что все, что не втискивается в эти представления, все обозначаемое словами «случай», «неопределенность», «произвол» – есть лишь выражение нашего незнания.

Однако математическая статистика и статистическая физика впустили случай в науку. Было высказано убеждение, что многое в этом мире случайно, – и не потому, что мы чего-то не знаем, каких-то дополнительных условий, превращающих, допустим, случайное падение монеты кверху «орлом» в необходимое, – но случайно по своей сути, по природе. Такая точка зрения, казалось, подрывала самые основы нашей уверенности в точности, надежности и недвусмысленности научного знания. С ней, с этой точкой зрения, не мог смириться даже один из творцов современного научного мировоззрения Альберт Эйнштейн. «Бог не играет в кости» – таково было его кредо.

Значит, случай допущен в научный язык временно, до тех пор, пока незнание не сменилось знанием? Эйнштейна не надо было просвещать, в чем суть теории вероятности. Его знаменитая дискуссия с Нильсом Бором о необходимости, случайности и вероятности – лучшее свидетельство того, что вероятностный взгляд на мир – шаг весьма трудный даже для выдающегося мыслителя и еще неизвестно, правильный ли это шаг.

* * *

Что же это такое – вероятностное видение физического мира? Дело не в том, чтобы к любой фразе добавить слово «вероятно». Вероятностный подход означает, что мы описываем явления, прибегая к понятию случая. Случайная величина задана, если задана ее функция распределения. Это значит, что мы вполне сознательно отказываемся в рамках этого описания от традиционной жесткой причинно-следственной трактовки наблюдаемых явлений. Функция распределения – это возможность описания явления без обязательной апелляции к тому, чем это явление вызвано. Более того, мы осуществляем это описание некоторым «размазанным», неопределенным образом: вероятность попадания непрерывной случайной величины в какую-либо фиксированную точку, строго говоря, равна нулю. Мы можем говорить лишь о вероятности попадания значения случайной величины в некоторый интервал значений.

Итак, вероятностное восприятие мира – это видение природных процессов в вероятностно-взвешенной размытости. Размытость описания совсем не означает отрицания причинных связей. Нигилистическое отношение к причинности, если быть последовательным, просто убьет науку. Простой пример: когда ломается научный прибор, мы ищем причину поломки, вышедшую из строя деталь, которую мы заменяем. Даже в квантовой механике, включившей вероятностный подход в наиболее глубокие основания теории, причинность не изгнана. Она диалектически взаимодействует со случайностью. Вот как об этом говорил Макс Борн: «В квантовой механике мы встречаемся с парадоксальной ситуацией: наблюдаемые явления повинуются закону случая, но вероятность этих событий сама по себе эволюционирует в соответствии с уравнениями, которые, судя по всем своим существенным особенностям, выражают причинные законы».

В физике микромира вероятностную природу имеют и сами объекты.

Волновая функция задает только возможность того или иного поведения электрона в заданных условиях. Субатомные частицы не существуют безусловно в определенных местах, а скорее обладают «тенденцией к существованию» (Гейзенберг). В микромире события не случаются с безусловной необходимостью, а имеют тенденцию происходить, как это ни покажется странным. Причем любой наблюдаемый объект реален не сам по себе, а лишь во взаимодействии с другими объектами. Согласно распространенной сейчас концепции «бутстрапа» («зашнурованной Вселенной»), понятие об изолированной элементарной частице лишено смысла, и переход к размытому, вероятностному описанию мира в его всеобъемлющей (в буквальном смысле) связанности становится неизбежным.

Тут хочется задать каверзный вопрос. Коль скоро мы провозглашаем наступление «вероятностной эры», не следует ли позаботиться о том, чтобы приспособить к ней наш язык, — может быть, даже создать новый язык?

Такой необходимости, по-видимому, нет. Как показывает специальный анализ, существующий язык — и обыденный, и научный — во многих случаях выражает вероятностные представления о мире не менее успешно, чем детерминистские.

Дело в том, что слова не имеют четко отграниченного смыслового содержания. Скорее наоборот: смысл слова размыт. Почему же мы понимаем друг друга? Потому что услышав или прочитав слово, мы отбираем из множества его значений то, которое наиболее вероятно в контексте целой фразы, абзаца, устного высказывания. Вне фразы (высказанной или подразумеваемой) слово почти никогда не имеет точного или, лучше сказать, «точечного» значения.

Могут возразить, что в науке — по крайней мере в точных науках — слова употребляются в определенном, строго ограниченном смысле. Ничуть не бывало. «Ядро» употребляется в генетике и атомной физике. Между этими двумя значениями нет ничего общего. Не говоря уже о том, что этот термин заимствован из обыденного языка, где слово «ядро» имеет десятки других толкований. «Зародышем» может быть живое существо на ранней стадии развития и мелкий кристалл, образующийся в начале кристаллизации раствора. Совершенно однозначных слов в науке, кажется, вовсе не существует. Для борьбы с этим злом создаются национальные и международные комитеты, трудятся терминологические комиссии, но эффект их деятельности близок к нулю. Ученые традиционно следуют жестким правилам экспериментальной работы, но оказывают столь же традиционное противодействие стремлению навязать им раз и навсегда заданный, жесткий, как система условных знаков, одномерный язык.

* * *

Прежде чем бороться за терминологическую четкость в науке, за точность слов в повседневном языке, следовало бы разобраться, что собственно они должны означать. Несколько упрощая дело, можно сказать, что за совокупностью «значений» стоит некоторая классификация объ-

ектов, зависящая как от их собственных свойств, так и от нашей способности отличать эти свойства. Будем называть «типологией мира» все то, что отвечает смыслу всех слов во всех их значениях. Идеалом было бы расчленить типологию мира на отдельные участки и каждому участку поставить в соответствие одно-единственное слово. Так и поступают терминологические комиссии и составители энциклопедических словарей. Однако всем ясно, что трудности не в словах. Самое сложное – выделить те самые участки в типологии мира, провести пограничные линии между классификационными подразделениями.

Герцен писал: «В природе не существует межей и граней, к великой горести всех систематиков». Между единицами системы всегда есть переходы – это хорошо известно. Что с ними делать? Одни видят в этом искусственность любой классификации как таковой, другие кивают на диалектику, наконец, третьи – их большинство – поступают так, как им подсказывает интуиция, не вдаваясь в отвлеченные рассуждения. Меньше всего, пожалуй, обсуждался вопрос о том, что такое классификационная единица (таксон) вообще, вне зависимости от того, какие объекты она объединяет, и каковы свойства таких единиц в разных системах, принадлежащих далеким друг от друга областям естествознания – например, биологии и минералогии.

Подумаем сначала о том, есть ли вообще какой-нибудь смысл в такой постановке вопроса. Что толку сравнивать таксон «млекопитающие» и таксон «каменная соль»? Существует мнение (мы только что о нем упомянули), что таксоны – это произвольные абстракции, искусственные перегородки, воздвигаемые исследователем, который группирует объекты действительности по своему усмотрению; естественных же таксонов якобы нет и быть не может. Реальность таксонов обсуждалась еще в античные времена и с особым азартом – философами средневековья. Для средневековых номиналистов и их последователей реально лошадь, то есть особь, а не «лошадность» – совокупность признаков, свойственных всем лошадям. И все-таки таксоны существуют объективно, а не только в нашей голове.

Выделенные разными исследователями и по разным классификационным признакам, таксоны оказываются в общем одними и теми же. Можно предсказывать свойства неизученных и даже еще не открытых представителей таксона, изучив отдельные образцы. Ни у кого не вызывает сомнения – воспользуемся самым простым примером, – что таксон «человек разумный» (*Homo sapiens*) существует сам по себе, независимо от мнений разных исследователей. Плодотворность принципа естественности таксономии подтверждается всем опытом естествознания.

* * *

Теперь вернемся к вопросу, поставленному выше: что общего между такими разнородными таксонами, как, например, виды, роды, семейства и другие таксоны живой природы, с одной стороны, и таксоны минералов – с другой?



Н.П.Кренке

Ответ таков: все они имеют вероятностную природу.

Это значит, что таксоны отличаются не раз навсегда заданным набором таких-то признаков и отсутствием таких-то, а лишь частотой проявления тех или иных признаков. Лучше всего это можно пояснить на примере всевозможных аномалий, уродств, словом, отклонений от основного типа.

Известный ботаник Николай Петрович Кренке еще в 20-х годах установил любопытное правило (он назвал его «законом родственных отклонений»). Признак, который у одного вида появляется как редкое отклонение (уродство), нормален для другого. Кренке обнаружил это у близкородственных видов растений. Другие исследователи подтвердили его наблюдения, сравнивая более далекие друг от друга виды, причем не

только растительные. «Уродливые признаки» служат как бы соединительными звеньями между таксонами. Примерно так же ведут себя признаки патологические: то, что считается типичным для одной болезни, в виде исключения может встретиться при совсем другой болезни.

Обычно систематики не уделяют уродствам и болезням большого внимания. Ими больше интересуются морфологи и патологи; выделилась даже особая дисциплина, изучающая уродства, – тератология. Систематиков интересуют лишь те отклонения, которые можно рассматривать как атавизмы: с их помощью реконструируются родственные связи между таксонами. Например, появление хвостатых или чрезмерно волосатых людей служит аргументом в пользу филогенетической связи человека и обезьян. Атавизм – частный случай правила Кренке.

Имеются серьезные основания считать, что правило Кренке (которое, кстати, представляет собой частный случай закона гомологических рядов Н.И. Вавилова) широко действует в живой природе и особенно ярко проявляется в богатых видами и хорошо изученных таксонах. Именно такие таксоны считаются «благополучными»: никто не спорит против их выделения, никто не сомневается, что между ними существуют четкие границы. Но и они на самом деле отличаются друг от друга не каким-то раз навсегда установленным набором признаков, а лишь частотой проявления одних и тех же признаков.

Таксоны царства минералов четко обозначены химическими формулами. Кажется, что это – идеал объективной типологии. Но оказыва-

ется (к этому пришлось привыкнуть), химический состав минералов не описывается полностью нашими формулами. При определенной точности анализа можно в каждом природном минерале обнаружить чуть ли не всю менделеевскую таблицу. То, что принято считать «загрязнением», есть на самом деле существенная черта, и, строго говоря, минералы различаются не по списку элементов, а по «частоте встречаемости» разных элементов. Самое определение минерала становится расплывчатым – различные образцы одного и того же минерала не идентичны по содержанию всех представленных в нем элементов.

Все это приводит нас к одной общей мысли. Существуют таксоны, природа которых вероятностна, и эти таксоны – не исключение и не проявление слабости познающего разума, но закономерность окружающего мира. Постепенность переходов от одного таксона к другому – вот наиболее известное доказательство их вероятностной природы. Таксоны – не изолированные острова, а размытые множества.

* * *

Мы привыкли думать, что эволюция – это появление чего-то нового. В вероятностном мире эволюция таксонов и особей выглядит иначе. Она может идти как перераспределение вероятностей. Организмы обладают широким полем потенций, на основе которых с большей или меньшей вероятностью проявляются те или другие признаки. Вероятности смещаются, и происходит изменение признаков, а широта потенций остается. Редкое отклонение может стать нормой, норма – уродством, атавизмом. При этом в принципе сохраняется возможность реализовать все разнообразие признаков, редких или частых. Могут возразить, что мы вновь приходим к утверждению неизменности видов животных и растений. Не надо пугаться: это не та неизменность, в которую верили натуралисты додарвиновских времен. Это неизменность потенций, а не вероятности проявления тех или иных свойств.

Надо сказать, что представление об эволюции как о развертывании неких изначальных потенций – отнюдь не новая идея: в годы становления современной генетики она пользовалась даже особой популярностью. В начале века известный английский генетик В. Бэтсон (которого Н.И. Вавилов называл своим учителем) доказывал, что многочисленные мутации, изучаемые генетиками, – всего лишь результат выщепления рецессивных² признаков, уже заложенных в генотипе³. Существовал изначальный генокомплекс, и этот комплекс постепенно «распаковывает-

² Не проявившихся у организма из-за более сильного влияния другого гена или генов. (Ред.)

³ *Генотип* – совокупность всех генов организма, его наследственная конституция. (Ред.)

ся». Доминантные аллели⁴ утрачиваются, рецессивные переходят в гомозиготное⁵ состояние и выявляются. Такая концепция объясняет многое в эволюционном процессе, но в конце концов оборачивается удручающим парадоксом: приходится предположить, что в геноме⁶ первых живых существ была расписана до мелочей вся эволюция...

Впрочем, потенции можно представить себе иначе – не как конкретную программу действий, а лишь как предписание эволюционному процессу следовать определенным законам. То есть программируется не результат процесса, а его направление. Мы не знаем, где быть воронке от взрыва, но можем предсказать траекторию снаряда. Сходный смысл имеют многие теории эволюции, например широко известный номогенез Л.С. Берга. Да и сам Дарвин говорил о случайности эволюционных путей, но подчеркивал, что случайность эта – лишь плод нашего незнания. Случайность, по его мнению, – не отсутствие закономерности, а лишь непознанная закономерность, скрытая от нас до времени. Случайность – порождение немощи разума; в самой глубокой сущности мира случайности нет. Бог Дарвина, как и бог Эйнштейна, не играет в кости.

И все же идея, что вся эволюция есть лишь перераспределение частот в изначально заданном диапазоне, явно неприемлема. Такой мир, если вдуматься, будет уже не столько вероятностным, сколько фаталистическим. Мы ожидаем расширения потенций, и оно уже не должно быть жестко детерминированным (иначе не будет и расширения). Любая эволюционная проблема – идет ли речь о звездных системах или организмах – сводится к следующему: что в данной системе абсолютная новизна, а что – реализация уже существующих потенций? Как отличить одно от другого? И еще трудность: если потенции растут, то вновь возникающие явления не сводимы к старым, то есть не следуют прежним закономерностям, а потому случайны. Тогда не исключено, что абсолютная эволюция, как и истинное творчество, – случайность.

В современной науке случай из выражения незнания превращается в способ выражения знания. Математикам знакома алгоритмическая теория вероятностей. В этой теории случайной считается такая последовательность знаков, которую невозможно записать короче, чем она есть. Эта последовательность обладает максимальной сложностью. Мы не можем передать ее по каналам связи при помощи какой-либо короткой записи. Так представление о максимальной сложности, а с ней и случай-

⁴ Аллель – одно из двух или более альтернативных состояний гена; доминантный аллель – состояние гена, проявляющееся в свойствах организма и маскирующее действие альтернативного аллеля, который называется рецессивным. (Ред.)

⁵ Гомозиготный – обладающий идентичными аллелями в одних и тех же локусах (участках) гомологичных (образующих пары на первой стадии мейоза) хромосом (в отличие от гетерозиготного – когда соответствующие аллели разные и один из них (доминантный) подавляет действие альтернативного (рецессивного); переход рецессивного аллеля в гомозиготное состояние ведет к проявлению его действия в свойствах организма. (Ред.)

⁶ Геном – набор хромосом организма, образующий единое целое. (Ред.)

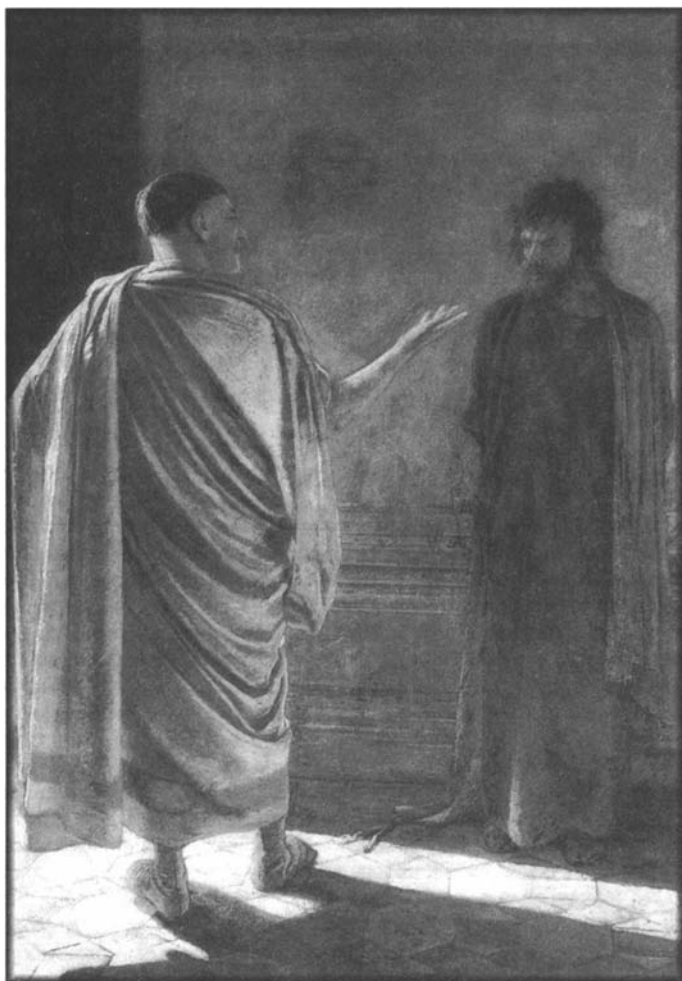
ности явлений перестает быть синонимом нашего незнания.

Естествознание смирилось с тем, что для объяснения одного явления привлекается множество гипотез. Вместе с тем, остается тенденция – отбросить все гипотезы, кроме одной. Возможен ли иной подход – умение воспринимать явления через поле гипотез, не прибегая к их окончательному отбору? С неизбежностью такого подхода сейчас пришлось столкнуться при компьютерном математическом моделировании. Но удастся ли справиться с этим психологически – готовы ли мы к такому восприятию мира явлений? Как сочетать на практике вероятно взвешенное, размытое видение мира с формальной логикой, от контроля которой нельзя отказаться?

Мы не можем пока еще ответить на эти вопросы. Наша задача скромнее – показать, что и такой взгляд возможен.

ЧАСТЬ ЧЕТВЕРТАЯ

НАУКА И ЭТИКА



На шмуцтитуле: Репродукция с картины Н.Н.Ге “Что есть истина?”
Христос и Пилат. 1890 г.

ПРИНЦИП СОЧУВСТВИЯ¹

В 1669 году датчанин Н. Стенон² в книге «О твердом, естественно содержащемся в твердом» сформулировал несколько казавшихся ему очевидными положений. Одно из них гласило, что «во время образования какого-либо слоя под ним находилось другое тело», а другое развивало ту же мысль так: «при образовании самого нижнего слоя ни одного из верхних слоев еще не существовало». Отсюда следовало, что подстилающие слои горных пород старше перекрывающих. Стенон не подозревал, что тем самым он сформулировал принцип, который много лет спустя будет назван его именем и ляжет в основу теории стратиграфии. Возможно, Галилей также не знал, что, размышляя о падении тела в каюте движущегося корабля, он сформулировал «первый принцип относительности». Я не знаю, надеялся ли Э. Мах³, что его мысль о зависимости инерции, движения и пространства от тяготеющих масс Вселенной будет вскоре названа А. Эйнштейном постулатом Маха.

Осознание законов, постулатов, принципов «задним числом», их четкое формулирование после многих лет использования – весьма обычное дело в науке, особенно характерное для науки нынешней. Чем дальше, тем больше думают ученые над тем, что же они делают, как думают, на каком языке говорят, какие для всего того есть основания, оп-

¹ «Пути в неизвестное. Писатели рассказывают о науке». М.: Сов. писатель, 1977. Сб. 13. С. 401–430.

² Николай Стенон (1638–1687) – врач, физиолог и анатом, занимавшийся также геологическими и палеонтологическими изысканиями; философ и теолог. Обучаясь в 1660–1663 годах в Лейденском университете, близко познакомился с Бенедиктом Спинозой, с которым впоследствии состоял в переписке по поводу его философских и теологических произведений. В конце жизни стал епископом католической церкви. В единственном сохранившемся письме к Спинозе дал блестящую критику основ его философской системы. «Исследуйте, пожалуйста, – предлагал он Спинозе, – все Ваши демонстративные доказательства и приведите мне хотя бы одно, которое бы могло объяснить, каким образом соединяются мышление и протяжение или каким образом движущий принцип соединяется с движущимся телом. Но зачем мне просить у Вас демонстративных доказательств этих проблем, когда Вы не можете дать мне даже более или менее вероятного объяснения всего этого? Отсюда происходит то, что Вы не способны без помощи [произвольных] предположений объяснить чувство удовольствия и печали или волнения, любви и ненависти. И, таким образом, вся Декартова философия, как бы тщательно она ни была исследована и реформирована Вами, не может мне демонстративно объяснить хотя бы одно такое явление, а именно: каким образом удар материи о материю перцепируется (постигается) душой, соединенной с материей?» Подробнее см.: *Спиноза Б.* Соч.: Т. 2. СПб.: Наука. 1999. С. 535–538. (Ред.)

³ Эрнст Мах (1838–1916) – известный немецкий физик и философ, один из основателей философии эмпириокритицизма (Ред.)

равданна ли их деятельность вообще. Весь этот круг проблем иногда называют «рефлексией науки» – ее размышлением о самой себе, о собственном фундаменте, о собственной судьбе.

То, что исследователи интуитивно опираются на какие-то постулаты, широко используют некие принципы и просто не догадываются об этом, – далеко не безобидно. Иногда в этом кроется источник многолетних дискуссий, полных досадных недоразумений. В других случаях от этого долгое время остается неиспользованным ценный опыт. Вот об этом-то и пойдет речь в настоящих заметках. Мне кажется, что не в каких-то частных научных дисциплинах, а в науке в целом есть место для принципа, который условно назовем «принципом сочувствия» и продуктивность которого остается не только не признанной, но и неосознанной, хотя этим принципом временами успешно пользовались.

В нарушение советов формальной логики, но для простоты изложения я попытаюсь пояснить сущность этого принципа на примерах, когда ему явно не следовали. Это обычный прием в моралистике. Кого мы называем высокоморальным? Того, кто не лжет, не малодушничает, не поддается низменным инстинктам, придерживается множеств подобных «не».

МЕНДЕЛЬ – «КЛЕРИКАЛ»

Научный поиск с его драматизмом ситуаций и ошеломляющей развязкой недаром сравнивают с приключенческой литературой. Среди читателей подобной литературы есть и такие, кто любит перечитывать понравившуюся книгу, хотя при этом, казалось бы, теряется ее главная прелесть – неожиданности сюжета. Но зато появляется другая возможность – следить за прежними своими заблуждениями, выкапывать места, где автор нарочно сбивает читателя со следа, заставляет подозревать в проступке невинного человека. Читаешь книгу сызнова, выискиваешь авторские подвохи и невольно восклицаешь: «Какой же я был дурак, пропустил такую важную деталь!» Совершенно такое же ощущение вызывает чтение старой научной литературы. Здесь, правда, есть одно отличие – перечитывая роман, уже знаешь развязку, в науке же часто есть лишь видимость развязки. Я употребил слово «видимость» потому, что мы часто бываем доверчивыми, как школьник, принимающий параграф в учебнике за окончательную истину. Все же, несмотря на всю неокончателность достижений науки, кое-что в ее истории вполне можно расценить как досаднейшее недоразумение.

К.А. Тимирязев не нуждается в рекомендациях. О его заслугах написано много, и незачем говорить о них опять. Гораздо реже пишут о явных ошибках Тимирязева, из которых наиболее примечательна одна: его отношение к Менделю, менделизму и вообще к генетике. Я приведу лишь цитаты из статей Тимирязева, а комментарий к ним может домыс-

лить каждый сам. «Образование помесей по типу гороха (к чему, собственно, и сводится “менделизм”), не только не составляет общего закона наследственности, но, наоборот, и с теоретической (эволюционной) и с практической (селекционной) точки зрения представляет из себя случай менее существенный, как ничего не дающий ни для объяснения эволюции, ни для получения новых полезных форм... Наконец, дает ли «менделизм» вообще какое-нибудь основное объяснение тем фактам, которые наблюдает? Именно этого он и не делает и по существу не может сделать... Но затем рождается совершенно другой вопрос: чем объяснить странную судьбу, которая постигла этот труд Менделя? ...только начиная с 1909 г., сначала в Германии, а затем еще громче в Англии, начинают превозносить имя Менделя и придавать его труду совершенно несоответственное его содержанию значение. Очевидно, причину этого ненаучного явления следует искать в обстоятельствах ненаучного порядка. Источников этого поветрия, перед которым будущий историк науки остановится в недоумении, должно искать в другом явлении, идущем не только параллельно, но и, несомненно, в связи с ним. Это явление – усиление клерикальной реакции против дарвинизма».

Эти цитаты взяты из статьи «Мендель», опубликованной в энциклопедии «Гранат» в 1915 году. Перечитывая сейчас литературу по генетике первых десятилетий нашего века, видишь неоправданный оптимизм одних и не менее неоправданный пессимизм других, умышленное замалчивание достижений, неожиданные повороты мысли, упорную приверженность к не всегда осознанному догмам, драму идей и людей. Словом, настоящая приключенческая повесть. В этом отношении прошлое биологии ничем не отличается от того, что происходило в других науках. Но почему же простые, на наш взгляд, положения с таким трудом входили в мировоззрение большинства? Это – фундаментальная проблема истории науки и науковедения. Уже сама эта фундаментальность не позволяет дать ответ на этот вопрос раз и навсегда. Восприятию нового мешает множество причин. Мы коснемся лишь одной. О ней мало говорилось в литературе, и только поэтому, а не из-за абсолютизации роли этой причины, мы опустим все прочее. Я опять же имею в виду «принцип сочувствия».

Предвижу ворчание читателя: «Не хватит ли вводных слов и не пора ли сформулировать обещанный принцип?» Нет, не пора. Надо разбираться в этом деле по порядку. Может случиться так, что я сразу скажу, в чем суть дела. Мысль моя читателю не понравится с самого начала, и он отвергнет ее, даже не дав себе труда познакомиться с аргументами. Именно этого я хочу избежать.

«ПЕЧАЛЬНО ЗНАМЕНИТОЕ ПОНЯТИЕ»

Несколько лет назад К.⁴ опубликовал книгу по основаниям теоретической геологии⁵. Тиражу не довелось лежать на магазинных полках: книгу мгновенно раскупили. Примерно через год я узнал, что в редколлегии одного сборника лежит рукопись с резкой критикой идей К. Фактически это была отрицательная рецензия на всю книгу. Я всполошился, поскольку считал выход книги К. большим событием в теоретической геологии и поскольку читатели нередко слишком доверяют рецензиям, считая их чуть ли не окончательным приговором. К сожалению, в наших редакциях, как правило, нарушается важная этическая норма рецензирования. Лишь в исключительных случаях автора знакомят с рукописью отрицательной рецензии и дают ему возможность сразу ответить на критику. Обычно автор впервые видит рецензию, когда она уже напечатана и соответствующее издание попало в библиотеку. Только тогда автор садится за ответ, который если и попадет в печать, то через много месяцев. Если рецензия была несправедливой, все это время автор ходит в «без вины виноватых». Отчасти он остается в этом состоянии и после публикации своего ответа, поскольку не все читатели рецензии прочтут и ответ, а из тех, кто прочтет то и другое, не все захотят разбираться, что к чему. Нередко считают так: раз его отругали, значит, было за что, сплошную напраслину писать и тем более печатать не будут.

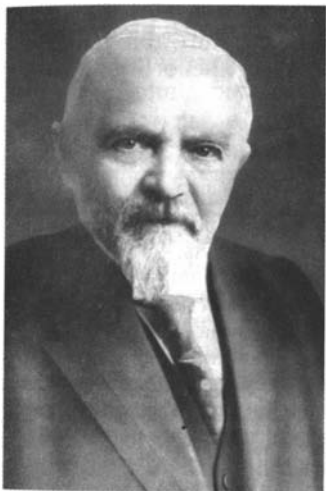
Памятуя обо всем этом, я сразу написал составителям сборника, что нельзя печатать эту рукопись, не предложив К. тут же ответить. Составители быстро и доброжелательно откликнулись. Получив копию рукописи, К. написал свой ответ. Однако, к сожалению, не все получилось так, как хотелось. Рукопись была выпущена отдельно небольшим тиражом в виде преприпта, который был разослан коллегам⁶. К. не знал ничего и об этом, ибо он препринта не получил (и это тоже показательно).

Описанная история явилась последним толчком к написанию этих заметок. Я не ставлю своей задачей возвеличить книгу К., в которой мне далеко не все нравится. Просто все случившееся показалось мне достаточно характерным, чтобы, отталкиваясь от этого примера, развить все прочие соображения. Читатель уже заметил, что я не называю действующих лиц по имени. Я делаю так умышленно, чтобы не обострять и без того отнюдь не идеальные отношения между автором и его оппонен-

⁴ Игорь Васильевич Круть – геолог, известный теоретик геологии, работавший в Институте истории естествознания и техники АН СССР (ныне – РАН). (Ред.)

⁵ Исследование оснований теоретической геологии. М.: Наука, 1973.

⁶ Воронин Ю.А., Еганов Э.А., Еганова И.А. «Анализ концепций уровней организации вещества в теоретической геологии». Препринт ВЦ СО АН СССР, 1974. Впоследствии работа была опубликована в виде статьи в сб.: «Вопросы методологии в геологических науках». Киев, 1977. (Ред.)



Ганс Дриш

тами. По этой же причине я не буду вдаваться в суть препринта, в котором мне многое не по душе, а остановлюсь лишь на одном его пункте.

В своей книге К. отстаивает идею геологических уровней организации. Ее общий смысл можно пояснить таким частным примером. Скажем, известно, что формы твердых кристаллических минералов (кубы, октаэдры и т.д.) описываются определенными группами симметрии. С другой стороны, есть определенные закономерности в химическом составе минералов. Эти группы симметрии, как и данные химические закономерности, свойственны именно минералам. Исследуя сообщества минералов – горные породы, мы столкнемся с другими общими закономерностями, которые будут уступать место еще каким-то закономерностям, по

мере того как мы будем рассматривать все более крупные и сложные комплексы пород, т.е. переходить ко все более высоким уровням геологической организации. Короче говоря, закономерности, которым подчиняются горные хребты, принципиально иные, чем те, которые руководят ростом минерального зерна.

Оппоненты К. считают иначе. Для них геологические закономерности – частный случай физических и химических. Вопрос этот непростой, и я не буду излагать доводы за и против существования уровней геологической организации, поскольку не о самих уровнях у нас речь. Меня интересуют два аргумента, выдвинутые против К. Во-первых, сказано в препринте, выделять уровни «по интуиции» недопустимо. Надо конкретно указать принципиальные различия в закономерностях, свойственных разным уровням. Во-вторых, если в физике и биологии концепция уровней оказалась плодотворной, то в геологии она бесплодна. В биологии тоже использовались такие бесплодные понятия. Самый характерный пример – *энтелехия*. Это понятие употреблял в своих работах известный немецкий биолог Ганс Дриш⁷. Понятие энтелехии авторы

⁷ Ганс Дриш (Hans Driesch, 1867–1941) – выдающийся немецкий биолог и философ, представитель «неовитализма». Как пишет известный немецкий историк философии А. Хюбшер, «Дриш вырос в условиях господства механистической концепции мира, претендовавшей во второй половине XIX века на звание единственного научного мировоззрения. Он учился зоологии в Иене, у Геккеля, и в 1899 году защитил диссертацию на степень магистра. Но уже первые его публикации, начиная с диссертации «Тектоническое изучение гидрополипов», показывают, что он встал на путь, который должен был отдалить его от биологии того времени. Он ставил пе-

препринта отождествили с пресловутой «жизненной силой» и назвали печально знаменитым. Свои слова они подкрепили цитатой из книги «Философские основания физики» известного австрийского философа, логика и методолога науки Рудольфа Карнапа.

ред собой вопрос: как из яйца может возникнуть молодая особь животного? Известно, что из ставших знаменитыми опытов Дриша с яйцами морского ежа в конце-концов возник его витализм – учение, которому он посвятил жизнь, – учение о целостности. Он сумел доказать, что из разделенного яйца всегда получаются целые морские ежи, что, следовательно, организм обладает способностью производить из части целое. После этого он попытался показать, что здесь должен участвовать особый «природный фактор», носитель этой «причины целостности», отличающий живое от неживого. Следуя Аристотелю, он назвал его «энтелехией»; энтелехия есть искомый принцип жизни; она живет вне пространства, но из своей сферы «действует внутрь» («wirkt hinein») пространства. Чтобы обосновать и развить это учение, Дриш обратился уже в 90-х годах к великим философам – Канту и Шопенгауэру. В качестве их последователя он на основе своих опытным путем разработанных взглядов построил одну из самых значительных систем новейшей философии. Его главный труд «Философия органического», переведенный на все культурные языки, закончил собой антимеханистический поворот. Целостность, как основная категория всего живого, заступила место всех концепций органической жизни, как простого агрегата веществ и сил. Гносеологические и научно-теоретические проблемы, выраставшие из новых результатов научной мысли, Дриш изложил в своей логике – «Учении о порядке» («*Ordnungslehre*») и в метафизике – в учении о действительности («*Wirklichkeitslehre*») и потом не оставлял работу по их уточнению и завершению до конца своей жизни. Взгляд на организм, как на целостность, и целостный метод исследования стали ведущими идеями биологической и натурфилософской науки. Старые главные вопросы, над которыми трудилась идеалистическая натурфилософия, подверглись новой обработке. Учение Дриша о целостности проникло даже в науки о духе. Ей многим обязаны психология и социология, искусствознание и теория литературы. Могло бы быть отмечено ее влияние в этике, ибо факт нравственного сознания также обнаруживает «черты целостности». Лишь история остается вне его рассмотрения. Дриш интересовался ею также мало, как и Шопенгауэр.

В позднейшие годы работа Дриша все больше сосредоточивалась на психологических подосновах бытия. С достойной удивления непредвзятостью он подошел, также следуя при этом за Шопенгауэром («Опыту о духовидении» он посвятил тонкий и глубокий этюд), к исследованию парапсихологических явлений. С этим связано его отношение ко второму большому повороту в истории философии, происшедшему при его жизни, – к повороту в сторону иррациональной философии человеческого существования. Он отрицал ее не более, чем раньше положительные элементы механистической концепции, но пытался критически ослабить ее воздействие настолько, поскольку в ней проявлялся уклон к философскому хаосу.

Изохронный взгляд Дриша-мыслителя охватил к концу жизни проблематику трех поколений. Его достижения, продолжающие воздействовать на науку и сейчас, заключаются не столько в окончательных ответах, сколько в строгой последовательности, с какой он отваживался ставить вопросы, не боясь затрагивать области, в которых возможность найти ответ весьма сомнительна» (*Хюбишер А.* Мыслители нашего времени (62 портрета). М.: 1994. Изд-во ЦТР МГП ВОС. С. 227–230). (Ред.)

То, что оппоненты К. хорошо знакомы с книгой Карнапа, у меня нет сомнений. Но у меня точно так же нет сомнения и в том, что, в отличие от Карнапа, они знают об энтелехии Дриша только понаслышке. Мнение о Дрише, энтелехии и жизненной силе они наверняка почерпнули из литературы, в которой Дришу действительно посвящено немало нелестных высказываний. Если собрать эти высказывания, получится малопривлекательный образ догматика-фантазера, уцепившегося за неведомую и нематериальную то ли энтелехию, то ли жизненную силу и приписавшего ей ответственность за развитие живой природы.

Я представляю, как радовались авторы препринта, когда им пришло в голову, что идею геологических уровней организации надо сравнивать не с достойными уважения биологическими уровнями, а с «печально знаменитой» энтелехией. Пусть «сравнение не доказательство», но в дискуссии это зачастую эффектное и эффективное оружие. На любителей таких аналогий обычно не возлагается бремя доказательств, что сравнение оправданно. Критикуемому самому приходится отмываться и доказывать, что он «не верблюд». Ибо принцип «презумпции невиновности» в дискуссиях – увы! – часто не соблюдается.

Сравнения могут использоваться в дискуссии, но только с двумя целями: пояснить способ доказательства на более знакомом примере или показать оппоненту, что он допускает какую-то хорошо известную по другим случаям логическую ошибку. Использование сравнения – следствие полезного не только в быту, но и в науке принципа («на ошибках учимся»). Фундаментальные ошибки, как и фундаментальные достижения, имеют одни и те же гносеологические корни в разных науках. Поэтому проведение аналогий между разными дисциплинами помогает воспользоваться чужим опытом... А раз так, имеет смысл продолжить аналогию, предложенную оппонентами К. Прежде всего надо разобраться, почему «энтелехия» Дриша стала «печально знаменитым» понятием. Мало ли несуразных мыслей высказывали ученые и мало ли они создавали бесплодных понятий и ненужных слов? Далеко не все эти мысли, понятия и слова стали «печально знаменитыми». Известность надо чем-то заслужить. Кто знает, может быть, это «что-то» просто не было оценено современниками, подобно тому как не понял К.А. Тимирязев генетику и менделизм. Если при этом идея «геологических уровней» действительно окажется сравнима по обоснованности и продуктивности с «энтелехией», то это будет уже не обвинение, а комплимент, которым можно гордиться.

Идеи Дриша можно оценить, только сопоставив их со взглядами его оппонентов и хоть немного почувствовав биологическую атмосферу конца прошлого – начала нынешнего века, когда Дриш писал свои первые теоретические работы. С 1859 года, т.е. со времени выхода «Происхождения видов» Ч. Дарвина, прошло уже несколько десятилетий. Острое столкновение противников и проповедников дарвинизма ушло в прошлое. Идея эволюции органического мира уже не вызывала резких

нападок. Обсуждались сами механизмы эволюции, причем главным объектом дискуссии была теория естественного отбора. Провозглашенный и обоснованный Дарвином принцип естественного отбора обещал исчерпывающее объяснение всего разнообразия и, что важнее, своеобразие живой природы.

Согласно учению Дарвина, достаточно признать изменчивость и наследственность организмов, а дальше все сделает естественный отбор. Объяснению жизни за счет вмешательства сверхъестественных сил теперь можно было противопоставить обычные научные методы наблюдения, эксперимента, обобщения. Все это не могло не найти отклик у людей, обладавших научным, а не религиозным складом мышления. Биологи устремились в открывшуюся область познания, еще не исхоженную и казавшуюся такой доступной. Еще не подозревая, какая фантастическая сложность кроется даже за «простой» протоплазмой (ведь электронная микроскопия появится лишь через полвека), они решились поскорее воспроизвести процессы и формы живого в пробирках. Появились многочисленные работы, в которых описывалось, как можно получить что-то очень похожее на микроорганизмы, смешивая разные жидкости. Капли прованского масла в растворе соды всерьез сравнивали с амебами, а капли креозота в воде – с микроскопическими одноклеточными солнечниками. Смешивали оливковое масло, поваренную соль и воду, а потом образовавшуюся ячеистую массу сравнивали со строением протоплазмы в яйцеклетках. «Изучение этих упрощенных форм явлений, – писал наш известный зоолог В. Шимкевич в 1902 году, – может и должно повести к разъяснению сложных явлений, происходящих в теле высшего организма. Этот путь плодотворный, могущий дать определенные результаты. Объяснение же этих явлений при помощи жизненной силы, – таинственной и не поддающейся эксперименту, – путь бесплодный и безнадежный».

Квинтэссенцию механистического мировоззрения хорошо выразил У. Ирвин, перелагая более ранние мысли Гексли следующим образом: «Действительность складывается из энергии и материи, а все сущее, в том числе и человек, есть более или менее искусное их сочетание. Между органической и неорганической материей коренных различий нет. Мысль – не более как ток электричества по проводам нервов»⁸.

Высказывания, подобные этим, для многих нынешних биологов, даже для наиболее активных критиков витализма, прозвучат как наивная надежда, как поразительное упрощение и природы организмов, и задач биологии. Для сравнения приведу слова из анонимного предисловия к сборнику «Проблема целостности в современной биологии», вышедшему в Москве в 1968 году:

«Для биологии сегодняшнего дня, с одной стороны, важно не толь-

⁸ Подробнее см.: Ирвин У. Обезьяны, ангелы и викторианцы. Дарвин, Гексли и эволюция. М.: Молодая гвардия. 1973.. (Ред.)

ко аналитическое проникновение с помощью методов физики и химии в тончайшее строение живой материи, в молекулярное строение ее, но одновременно не менее важной задачей является и познание компонентов системного образования живого и их взаимодействия на различных уровнях организации жизни, проблема определения специфики самих этих уровней... в современной биологии все большее внимание уделяется таким понятиям, как часть, элемент, структура, функция, система, целое, организация, информация, модель, моделирование и т.д.).

А вот выдержка из статьи «Жизнь» в «Философском словаре», изданном в 1972 году: «С точки зрения диалектического материализма, жизнь, кроме физических и химических закономерностей, играющих в ней подчиненную роль, имеет и свои специфические биологические закономерности». Я прошу читателя не полениться и внимательно перечитать еще раз эти цитаты, не пропустив выражений «не только... с помощью методов физики и химии», «системного образования живого», «специфики самих этих уровней», «целое», «организация», «специфические биологические закономерности». Иначе можно упустить сходство со следующей цитатой, теперь уже из книги Дриша:

«...самый существенный вопрос: представляются ли жизненные явления для нас "целесообразными" только потому, что они являются частями одного составного целого, как бы определенной машины, а в сущности сами по себе не отличимы от объективных физических и химических процессов, или же, наоборот, мы должны признать для жизненных явлений особенную, присущую лишь им и нерасчленяемую (т.е. специфичную для жизни – С.М.) закономерность, результатом которой и является их «целесообразность». Для первой возможности мы вводим в дальнейшем изложении термин *статической*, для второй – *динамической* телеологии... Жизнь является с точки зрения «машинной теории» лишь одной специальной комбинацией *общих* закономерностей, а не проявлением своей собственной, отличной от других («Именно так!» – сказал бы здесь Т. Гексли и все, кто с восторгом принимал его доклады – С.М.)... Точка зрения «динамической телеологии» приводит обыкновенно к так называемому «витализму», она открывает нам глаза на «автономно жизненных явлений».

Дриш писал в своей более ранней работе «Локализация морфогенетических процессов. Доказательство их виталистического характера» (1899): «По моему субъективному убеждению, здесь впервые приведено действительно строгое *доказательство*, что *хотя бы некоторые жизненные явления могут быть рассматриваемы лишь как действительно автономные, протекающие по своеобразной закономерности*, т. е. динамически-телеологические процессы». Курсив в этой цитате принадлежит Дришу, а я выделил курсивом слова, под которыми вполне мог бы подписаться и автор статьи «Жизнь» в «Философском словаре», и подавляющее большинство биологов. Но под этими словами ни за что не стали бы подписываться Т. Гексли и его многочисленные поклонники

тех лет. Воодушевленные теорией естественного отбора, они лелеяли мечту покончить с «автономией жизни» и свести всю сложность и своеобразие жизни к простоте и однообразию механики.

Дриш не был голословным и не высасывал из пальца свои обобщения. Остроумными экспериментами он показал, как развивающийся зародыш чутко реагирует на вмешательство экспериментатора и все же, вопреки этому вмешательству, развивается в нормальный организм, регулируя деление и перемещение клеток. Эти регуляторные способности зародышей, их умение гармонично сочетать различные процессы разительно отличались от всего свойственного тогдашним машинам (не будем забывать, что кибернетические машины, построенные по заимствованным из биологии принципам, появились лишь полвека спустя).

Рассказывая о полученных результатах, Дриш спрашивал читателя, разве мыслима машина, сохраняющая свои свойства и сложность, несмотря на то, что у нее отнимают любые составные части. Основой развития организмов является поэтому не машина, а совершенно иной тип внутреннего разнообразия. Это автономное, присущее только организмам свойство Дриш назвал *фактором Е* или «энтелехией». Другие доказательства *фактора Е* Дриш черпал из анализа поступков (в отличие от известных тогда машин, организмы могут использовать предшествующий опыт), строения мозга (корковые части могут заменять друг друга) и других областей биологии.

Приведенный Дришем фактический материал не вызывал сомнения у исследователей. Его опыты были многократно повторены и подтверждены. Но его выводы встретили резкую оппозицию. С таким трудом завоеванную возможность трактовать жизненные явления наравне с физическими и химическими было жалко упускать. Казалось, что идеи Дриша возвращают биологию к давно почившему старому витализму до-дарвиновских времен с его рассуждениями о «стремлении к созиданию», «жизненной силе», «формирующей силе» и подобных туманных понятиях. Наверное, Дришу оказало плохую услугу и то, что он свой *фактор Е* окрестил «энтелехией», старым аристотелевским словом. «Мы обозначаем этот фактор термином «энтелехия», — писал Дриш, — причем вполне сознаем, что это, введенное Аристотелем, слово получает у нас новое содержание». Кто обращает внимание на подобные пояснения? Неважно, что ты там сознаешь, главное, что слово сказано: энтелехия, и за это — получай!

Энтелехию Дриша постигла печальная судьба. Подавляющее большинство биологов ее отвергло. Против нее выступили и философы-физики, в том числе и уже упоминавшийся Карнап, безапелляционно заявивший: «Энтелехия есть бессмысленное понятие»⁹. В 1933 году в

⁹ Эта оценка Р.Карнапа, в действительности, не является безапелляционной, а последовательно проистекает из основ его философской системы — *логического позитивизма*. Эти основы настолько своеобразны, что как справедливо заметил известный

книге «Философские вопросы современности» Дриш ответил Карнапу: «Энтелехию я ввожу как наличный фактор в эмпирическом смысле, так как, ввиду непосильности решения механистическим путем, принцип “причинности” не сохранил бы в будущем достаточного логического основания. Что-то должно быть, но оно пока что «Х», так говорю я... Я исхожу, точно так же как и Карнап, из полученных данных, но их логическая переработка неизбежно ведет к «Х», который сам не является “данным”, но который должен существовать. Разве с понятием «потенциальной энергии» дело обстоит иначе? Кто ее когда-либо видел или трогал?»¹⁰.

Дриша не слушали. Никому не хотелось ломать голову над «фактором в эмпирическом смысле», «логической переработкой» и логическим соотношением между «энтелехией» и «потенциальной энергией». Что-то больно здорово накручено, в жизни все гораздо проще.

Тем временем данных эмбриологии накапливалось все больше, и идеи Дриша и немногих его последователей стали привлекать внимание тех, кто за частными наблюдениями хотел увидеть суть. Постепенно пришло понимание, что Дриш указал на действительно фундаментальные закономерности. Способность организмов устранять последствия внешнего вмешательства в процесс развития (*эквивинальность*) была признана одной из главных особенностей живых существ. Вошли и

немецкий историк философии А.Хюбшер, “кто хочет приобщиться к Рудольфу Карнапу, тот хорошо сделает, если забудет все философское наследие”. Карнап признавал только два вида понятий: собственные (*eigentliche Begriffe*) и несобственные (*uneigentliche Begriffe*). Собственные понятия обозначают данные в чувственном восприятии предметы, несобственные – основаны на допущениях (*Setzungen*) или логически вытекают из системы аксиом. При этом несобственные понятия “реализуются”, приобретают чувственную наглядность только через соотношение с понятиями собственными. По выражению Карнапа, “кровь эмпирической реальности в месте их соприкосновения и течет по всем разветвленнейшим жилам ранее пустой схемы”. Познание состоит в анализе и сведении действительности к простейшим переживаемым истинам (*einfachste Erlebnisswahrheit*), схватываемым в собственных понятиях. Очевидно, энтелехия Дриша не является ни “собственным”, ни “несобственным” понятием в трактовке Карнапа: она не относится к непосредственно переживаемому, равно как и не вытекает логически из системы аксиом. С точки зрения Карнапа энтелехия необоснованно вводится, а значит, с точки зрения строгой логики, является именно *бессмысленным понятием*. (Ред.)

¹⁰ Произведенный Карнапом «логический анализ Вселенной» не приводит к признанию существования энтелехии Дриша, как, кстати, и основной массы фундаментальных философских понятий, которые Карнап весьма последовательно также счел бессмысленными (см. его книгу «Кажущиеся проблемы в философии»). Поэтому ссылки Дриша на «фактор в эмпирическом смысле», «полученные данные» и их «логическую переработку» не имели в глазах Карнапа никакой силы. Потенциальная энергия, в отличие от энтелехии, это формула, отношение, и уже поэтому могла рассчитывать на кредит у Карнапа. Иное дело, что система Карнапа, по сути, является логико-математической вульгаризацией познания и действительности. (Ред.)

прочно утвердились в лексиконе слова «организация» и «целостность». Дух дришевского витализма в общих чертах приняли, не отдавая себе в этом отчета и продолжая бессмысленную борьбу с буквой.

В послевоенные годы окончательно сформировалась и приобрела права гражданства кибернетика, в задачу которой, помимо прочего, входило создание теории машин, имитирующих некоторые функции организмов, а именно их регуляторный характер (с использованием обратных связей) и способность к обучению (самообучающиеся машины). Эти успехи кибернетической техники можно было бы обратить против Дриша: значит, организмам действительно свойственна некоторая машиноподобность. Все же справедливее было бы сказать: это новым машинам стала свойственна некоторая организмоподобность. Неорганическая материя машин приобрела некоторые свойства жизни не сама по себе, а при участии разума, который, и в этом согласятся критики Дриша, не свойствен неживой материи.

Сейчас в среде философов, интересующихся биологией, как и в среде биологов, интересующихся философией, взгляды, подобные высказанным Гексли («мысль – не более как ток электричества по проводам нервов»), в лучшем случае непопулярны. Наоборот, если бы этим людям предъявили изложенные на современном языке мысли Дриша об «автономии жизненных явлений» и не раскрыли авторства, то они бы наверняка сказали, что все это просто тривиально. В самом деле, заменим злосчастное дришевское слово «энтелехия» современным, но близким по смыслу (хотя и более длинным) выражением «способность к регуляции, репродукции и самообучению», вместо термина «динамическая телеология» поставим ее современный синоним «телеономия», введем другие современные слова, вроде «модель», «информация» и т.д., аналоги которых есть в рассуждениях Дриша, – и мы получим вполне современные представления о специфике живых существ, ничем, стало быть, не отличающиеся от представлений Дриша, изложенных в упомянутых его книгах.

Мне могут возразить, сказав, что Дриш (и его последователи) считал энтелехию нематериальным фактором, а это, дескать, свидетельствует об идеалистическом характере его учения. Отсюда вывод: материалистической биологии не по пути с Дришем. На нематериальный характер энтелехии в понимании Дриша действительно указывают многие биологи и философы. Но при этом они, как правило, не учитывают те изменения, которые произошли в самом понятии «материальность» за последние три четверти века. Если отвлечься от многих, кажущихся непривычными, терминов, использовавшихся Дришем, то из его рассуждений ясно видно, что энтелехия – это как раз то самое, что теперь называют биологическим уровнем организации. Тогда спрашивается, материальна ли организация? Безусловно, она материальна в том смысле, что организуется материя. Но что такое организация сама по себе? Это – некая абстракция, т.е. понятие, которое «по определению» не является материальным. В этом отношении энтелехию можно сравнить (но нельзя отождествлять!) с информацией.

Материальна ли последняя? Очевидно, что саму по себе информацию нельзя ни увидеть, ни пощупать, ни положить в карман. Передача информации идет с помощью материальных носителей, но это не делает саму информацию материей. Точно так же законы физики хотя и теснейшим образом связаны с материей, но сами не являются ею, а лишь описывают (выражают, обобщают) ее свойства.

ТВОРЦЫ И ЭПИГОНЫ

В каждой науке находятся творческие личности и подслеповатые эпигоны, есть люди, искренне придерживающиеся своих убеждений, и те, кто больше следит за конъюнктурой. Все это мы видим и в истории витализма. И до и после Дриша были виталисты, которые довольствовались простым провозглашением непознаваемых жизненных начал. Были и такие, для которых то же понятие «жизненной силы» не было конечной мистической инстанцией, последним, далее не анализируемым понятием. Дриш вспоминал об этих своих предшественниках. Патриарх старого классического витализма Альберт фон Галлер, живший в XVIII веке, ясно указывал, что «жизненными силами» *являются* такие свойства организмов, как сократимость, раздражимость и чувствительность. Здесь важно не пропустить слово «*являются*» и то, что «жизненная сила» употребляется во множественном числе. Нередко пишут, что, дескать, согласно виталистам, специфические свойства жизни вроде перечисленных *объясняются* «жизненной силой». Тем самым слово «*является*» неверно приравнивают к слову «*объясняется*». Мы отмечаем сократимость, раздражимость и чувствительность у живых организмов и никогда не отмечали подобных свойств в неживой природе. Это, как говорил в таких случаях В.И.Вернадский, «сложный эмпирический факт» или «научное эмпирическое обобщение», которое не дает объяснение, а нуждается в нем. Разве изменилась суть дела от того, что мы, продолжая считать сократимость, раздражимость и чувствительность свойствами живой, и только живой, природы, отказались от обычая называть их все «жизненными силами»?

Все это понимал Дриш, но не понимали многие другие виталисты, как и большинство их критиков. Для наиболее решительных противников всякого витализма, будь то старого или нового, наивного или глубоко продуманного, живое существо было всего лишь машиной, отличающейся от обиходных машин лишь необычным материалом и большей сложностью, а не принципиально иной, не встречающейся в неживой природе организацией.

Не надо понимать мои слова так, что, мол, виталисты были во всем правы, а их критики – тупицы. Витализм отстаивали разные люди, оставившие огромное наследие, в котором, как и в наследии людей любых

других взглядов, можно найти фактические ошибки, логические несуразности, произвольную трактовку фактов и их тенденциозный подбор. Но есть ли биологические, да и вообще естественнонаучные концепции, свободные от всего этого?

Исторически вполне понятным заблуждением виталистов было то, что, утверждая своеобразие жизни, они нередко упускали из вида самую ее материальность, а стало быть, и подчинение живых существ законам, общим для всего материального. Критики витализма, – их позиция тоже находит историческое оправдание, – наоборот, чрезмерно увлеклись прямым приложением простейших и известных в их время физических и химических законов к объяснению решительно всех свойств живых существ. Иными словами, одни создали из своеобразия жизни культ, а другие не рассмотрели в этом культе ничего, кроме пустой фантазии или тупого догматизма. К сожалению, эта односторонняя и уже поэтому несправедливая оценка витализма была быстро и некритически принята, да так и задержалась в умах многих и многих ученых.

История с «энтелехией» и «жизненной силой», между прочим, должна насторожить тех, кто высокомерно относится к прошлому науки и походя пинает далеких и безответных предшественников, иронизирует над их «наивностью». В данном случае я бы скорее счел наивными тех, кто забывает о том, что современные достижения науки родились не на пустом месте и не на никчемных развалинах прежних заблуждений. В замечательной статье «Уроки самостоятельного мышления» наш выдающийся биолог А.А. Любищев писал, что «прошлое науки – не кладбище с могильными плитами над навеки похороненными заблуждениями, а собрание недостроенных архитектурных ансамблей, многие из которых были не закончены не из-за порочности замысла, а из-за несвоевременного рождения проекта или из-за чрезмерной самоуверенности строителей».

Так и концепция «уровней организации» едва ли бы заняла почетное место в нынешней теоретической биологии без мучительных исканий тех, кого мы, узрев навешенный кем-то ярлык «мистик-виталист», зачисляем чуть ли не в лжеученые.

Выступая в защиту Дриша и утверждая, что современная биология, на словах отвергнув его учение, на деле признала его самые важные выводы, я вовсе не собираюсь подписываться под всем, что сказал Дриш. Ведь никто не требует от современных поклонников, скажем, Дарвина, Ньютона или Гегеля, чтобы они присоединились ко всему сказанному их кумирами. Сейчас едва ли осталось много сторонников дарвиновского пангенезиса, ньютоновского «первотолчка», приведшего мир в механическое движение, гегелевской апологетики прусской монархии. Отдавая должное Дришу, совершенно не обязательно приветствовать все сказанное им. Но почему же суть его учения постигла такая печальная судьба? Почему такие блестящие умы биологии, как И.И. Шмальгаузен,

Э.С. Бауэр¹¹, Дж. Гексли¹² (внук Т. Гексли) и многие другие, не узнали в старых высказываниях Дриша свои собственные мысли, которые они развивали всего лишь два-три десятилетия спустя? Я не думаю, что это было умышленное замалчивание, но неудовлетворение этической стороной всего случившегося все же остается.

Поскольку нынешняя биология вновь пришла к некоторым фундаментальным идеям Дриша, только поменяв их терминологическую упаковку, напрашивается мысль, что вся причина в языке, в терминах. Отчасти это верно, но не в языке как таковом все дело. Идеи, которые развивал Дриш, были далеко не тривиальными. Во мнении биологов существовало лишь такое противоположение: либо жизнь – это комплекс обычных физико-химических явлений, либо мы должны признать ее сверхъестественность, сотворение высшим существом. Дриш не признавал ни того, ни другого. Он понял «автономность» жизни, уловил те наиболее важные черты жизни, которые выделяют ее из окружающего мира. Эти черты жизни надо изучать как таковые, не ограничиваясь попытками свести их к свойствам кирпичиков. Теперь такой подход к явлениям жизни называют «целостным» или «системным». Это был совершенно новый теоретический взгляд, который требовал введения новых понятий, новых терминов, требовал изменения самого стиля мышления. Пожалуй, наиболее важной внешней чертой этого стиля мышления были непривычные для биологов довольно длинные и нередко очень сложные цепи рассуждений. Теоретическая биология обрела черту, свойственную математике. Член-корреспондент АН СССР Б.Н. Делоне как-то сказал в одной из своих лекций, что математика строит высокое здание на узком фундаменте, тогда как естественные науки строят всего несколько этажей рассуждений на обширном основании.

С такой квалификацией биологии многие могут не согласиться. Возможно, что в качестве контраргумента мне укажут на «Происхождение видов», про которое сам Дарвин сказал, что вся книга представляет «один сплошной аргумент». Тем не менее, дескать, книгу поняли многие и, как писал удивленный Дарвин своему другу, великому геологу Ч. Лайеллю, спрашивали ее даже в книжных лавках на вокзале. В действительности рассуждения Дарвина нельзя сравнить с длинной цепью. Поэтому они отнюдь не сложны. Его книга сложена немногими общими положениями, а под них подведен густой лес фактических подпорок, которые при чтении не обязательно все время держать в голове. Теоретическое содержание книги сводится не к *длинному* доказательству, а к *многочисленным* доказательствам всего двух главных положений: 1) органический мир дли-

¹¹ Эрвин Симонович Бауэр (1890–1942) – известный биолог, работавший в Венгрии и СССР. В книге «Теоретическая биология» (М.–Л.; 1935) дал глубокий анализ теоретических основ биологии и биофизики. (Ред.)

¹² Джулиан Гексли (Julian Huxley, 1887–1975) – выдающийся английский зоолог, теоретик систематики и эволюционист, один из создателей «синтетической теории эволюции». (Ред.)

тельно эволюционировал от простейших форм к самым сложным и не был создан единовременным творческим актом; 2) для эволюции достаточно взаимодействия изменчивости, наследственности и естественного отбора. Первое положение, пусть к тому времени и не новое, благодаря именно Дарвину было наконец целиком принято биологией. Законов изменчивости и наследственности Дарвин не вскрыл и, как теперь очевидно, не мог вскрыть. В общем, он и не ставил перед собой этой задачи, сосредоточив внимание на естественном отборе. Как потом выяснилось, понятие естественного отбора у Дарвина тоже было недостаточно четким. Пришлось разбираться, что же мы понимаем под «естественным отбором», и эта работа еще далеко не закончена. Достаточно детальное логическое обоснование дарвинизма принадлежит уже последователям Дарвина, причем именно на этой стадии работы в здании дарвинизма обнаружились серьезные дефекты, о которых сейчас не место говорить.

Пожалуй, не будет большим преувеличением сказать, что в учении самого Дарвина, прекрасно обоснованном многочисленными фактами, понятийный аппарат, во всяком случае в первом издании «Происхождения видов», был на уровне полуфабриката. Наоборот, учение Дриша было почти сразу прекрасно разработано с понятийной стороны, а фактическое обоснование так и осталось отрывочным, несравнимым по объему с тем, что представил читателям Дарвин. Мысли Дриша намного опередили свое время. Это видно хотя бы из того, что сходные идеи стали популярными лишь несколько десятилетий спустя, да и то преимущественно в среде ведущих теоретиков, а не широких масс биологов. Наоборот, к середине прошлого века, когда вышло «Происхождение видов», идея эволюции, как это отмечают многие историки биологии, буквально носилась в воздухе. Хотя сам Дарвин в «Автобиографии» отрицал это, но он признавал, что огромные массы фактов в пользу эволюционной теории скопились во всех разделах биологии. Для кристаллизации нового взгляда нужна была только достаточно солидная затравка (гениальной догадки было мало), и в этой роли выступила книга Дарвина. Во все его рассуждения, по существу, не нужно было глубоко вникать. Факты говорили сами за себя, они покорили людей своей массой и тщательно продуманным подбором.

Кто знает, может быть, сыграл роль и общий тон дарвиновского повествования. Фр. Дарвин¹³ справедливо писал в воспоминаниях о своем отце: «Читатель испытывает такое ощущение, будто он является другом этого джентльмена, любезно беседующего с ним, а не учеником профессора, читающего ему лекцию... этот тон прямо противоположен стилю фанатика, который стремится принудить людей уверовать в то, что он проповедует». Дриш писал совершенно иначе – хлестко и самоуверенно. Скажем, дарвинизм он называл «рецептом, как можно строить дома определенных стилей

¹³ Фрэнсис Дарвин (Francis Darwin, 1848–1925) – третий сын Ч. Дарвина, известный английский ботаник, профессор ботаники Кембриджского университета; издал «Автобиографию», а также письма и некоторые рукописи своего отца. (Ред.)

одним лишь беспорядочным нагромождением камней». «Уже одного факта существования регуляционных процессов, вроде, напр., регенерации ноги у саламандры, достаточно, как известно, чтобы опровергнуть типичный дарвинизм, так как в применении к этому случаю схематическая предпосылка его становится совершенно очевидной чепухой! Это следовало бы непрерывно повторять!» Дриш обошелся с Дарвином так же, как затем обошлись с ним самим, – несочувственно! Резкость Дриша – тоже одна из причин неприятия его идей, но опять же не главная.

Главное скорее в том, что работы Дриша появились в обстановке, когда механистическое мировоззрение, без достаточных оснований отождествленное с учением Дарвина, охватило подавляющее большинство биологов-практиков, было в значительной мере канонизировано в среде ученых, считавшихся авангардом, и не пользовалось популярностью среди ученых с репутацией консерваторов, а то и реакционеров. Дриш, как мы видели, не скрывал своей антипатии к дарвинизму, хотя и подчеркивал, что Дарвину приходится расплачиваться за своих приверженцев. В книге «Витализм. Его история и система»¹⁴ дарвинизму посвящено всего несколько ругательных абзацев. Критика такого качества и объема, конечно, не была серьезной. Зато возрождение, пусть в новом обличье понятия энтелехии, которую все единодушно отождествили с жизненной силой, вызвало бурный протест и гневную критику. Кому был нужен в эпоху господства экспериментальных методов этот доисторический спекулятивный хлам! Критики в полном значении этого слова, кстати сказать, почти не было. Чаще ее подменяла отповедь, были остроумные и внешне убедительные аналогии, просто ругань, в конце концов, но не обстоятельный разбор аргументации с внимательным отношением к смыслу понятий, к логическим связкам. Приведу образчик критики из работы, вышедшей через восемь лет после русского издания «Витализма»:

«Стараниями спекулянтов, далеких от знания биологии, и натуралистов, с мистико-религиозными склонностями, справляется торжество «воскрешения» изжитого было витализма и, вместе с тем, торжество отвержения теории естественного отбора и биомеханизма вообще... Не менее печально, по последствиям для науки, стремление многих мистиков-виталистов не называть подозрительных вещей: бог, жизненная сила, чудо и т.д. – своими именами и проводить их под флагом свойств белковой молекулы, регулирующего начала и т.п. выдумок, поддельных под науку и способных привлечь многих, кого все эти боги и силы могли бы заставить держаться настороже... ученые этого течения все с большей или меньшей нежностью вспоминают об энтелехии, формативном стремлении, жизненной силе, и самое течение есть не что иное, как скрытое порождение вновь оживающего общеевропейского клерикализма».

Я думаю, что человек, склонный к полемике такого сорта, не мог

¹⁴ Дриш Г. 1915. Витализм. Его история и система. Авториз. Пер. А.Г. Гурвича. М. Книгоиздательство «Наука». (Ред.)

воспринимать ничего, что казалось мало-мальски непривычным. В таком агрессивном настроении у человека чешутся глотка и кулаки, но не мозговые извилины. Дискуссия становится бесполезной. Справедливости ради замечу, что автор этих слов, воронежский ботаник Б.М. Козо-Полянский, хотя и не сделал серьезного вклада в ботанику, был все же безусловно умным, хотя в данном случае и не вполне честным в споре и полемических приемах человеком. Что же можно ждать от менее умных?

Кажется, я изложил все нужные для дальнейших рассуждений факты и мог бы перейти к провозглашенному в начале заметок «принципу сочувствия». Но не могу отказать себе в удовольствии привести еще один небольшой пример, который заимствую из великолепной статьи Б.А.Фролова «Открытие и признание наскальных изображений ледниковой эпохи». Когда археолог-любитель Саутуола открыл палеолитическую роспись в пещере Альтамира, то профессионалы ему просто не поверили. Древность живописи не стала для них убедительной и после того, как оказалось, что некоторые части рисунков перекрыты успешными образоваться прозрачными пластинками сталактитовых натеков. Были и такие мнения: «Картальяк, дружище, будь осторожен. Это фокус испанских иезуитов. Они хотят скомпрометировать историков первобытности» (стр. 202). Б.А. Фролов отмечает парадоксальность ситуации: «Новая теория не замечается специалистами до открытия качественно нового феномена, а этот феномен не замечается и не принимается из-за отсутствия (!) новой теории, которая его объяснит. Таково центральное противоречие рассмотренных выше событий. На его преодоление потребовалось более 20 лет, причем сам предмет исследования визуально очевиден, а ход к его теоретическому объяснению, как сейчас кажется, элементарно прост».

ИНТУИЦИЯ И ФОРМАЛИЗМ

Статей и даже книг о невосприятии учеными новых идей пишется немало. Пассивное, и тем более, агрессивное отношение к новому недаром привлекает внимание тех, кого волнуют судьбы науки и ее роль в современном мире. Наука – кормилец человечества, но, оставленная вне контроля, она может и погубить мир. Темпы развития науки и скорость внедрения ее рекомендаций в практику не оставляют времени для долгих раздумий о возможных последствиях происходящего. Выдвинутые специалистами по народонаселению, глобальной экономике и охране биосферы проблемы уже не относятся к далекому будущему. В начале 70-х годов У. Тан писал, что для разрешения этих проблем надо уложиться в срок до десяти лет. Иначе контролируемое сегодня станет неконтролируемым и приведет к катастрофе. По проблемам такого масштаба высказываются лучшие умы человечества, но их рекомендации часто расходятся.

Наблюдая эти теоретические коллизии, мы уже не можем по традиции утешаться сентенциями типа «практика покажет» или «история рассудит». Ведь практика может оказаться трагичной, а осужденным историей может стать все человечество. Поэтому необходим инструмент скорейшего разрешения противоречий между учеными, воспитанными на разных традициях, отталкивающимися от разных постулатов, придерживающимися разных гипотез. До сих пор много писалось о «болезни» невосприятости, но слишком мало о целебных снадобьях. Среди упоминаемых лекарств я пока не встречал одного, может быть самого важного, – «принципа сочувствия». Суть его в общем проста.

Историки науки давно согласились в том, что новые идеи рождаются в некоем интуитивном озарении. Ему предшествует подготовка и созревание идеи. За ним следует уточнение, совершенствование и проверка. По-видимому, такой же путь проходит и восприятие новой идеи. Примерно об этом писал известный историк науки Н.В. Погребысский: «Тот вывод, который кажется ученому логичным, т.е. соответствует его мышлению и для него естествен, его не поражает и не кажется ему большим достижением. Но тот же вывод другому ученому может показаться интуитивным и, если вывод правилен, воздействует гораздо сильнее, будет чем-то вроде озарения и, для его восхищенного ценителя, недосягаемым творческим достижением».

Исследователь, выдвигающий новую, пока еще интуитивную идею, «чувствует» ее оправданность. Это – «принцип чувства (интуиции)» в эвристике. И принять эту теорию может на этой стадии лишь тот, кто «чувствует» то же, кому интуиция подсказала тот же результат, или, иными словами, кто опирается на «принцип сочувствия (соинтуиции)». Если бы озарение создателя идеи всегда встречало «соозарение» современников, если бы интуитивно ясное одному сразу становилось «соинтуитивно» понятным другим, то не было бы самого главного препятствия на пути распространения «идей века». К сожалению, это простое соображение о моральном праве интуиции на «соинтуицию», чувства на сочувствие и озарения на соозарение, не только не вошло в качестве нормы в практику общения ученых, но остается, в общем-то, и неосознанным.

Скорее приходится сталкиваться с обратным. К интуитивным идеям предъявляются сразу жесткие требования полной строгости, чуть ли не законченной аксиоматизации. Любопытно, что те же люди, с такой критичностью относящиеся к новой идее, значительно лояльнее относятся к собственным взглядам. Сторонники дарвинизма обрушивались на идею «автономии жизни» и даже не замечали, что их теория естественного отбора весьма далека от совершенства. Ее формализация началась лишь в тридцатых годах, с тех пор над ней трудится множество математиков, но успехи пока невелики. Даже в таких высокоразвитых областях науки, как квантовая механика, ученые по-прежнему вынуждены широко пользоваться интуитивными аналогиями и метафорическими выражениями. Такими метафорами в квантовой механике являются, по

мнению Шредингера¹⁵, понятия волны и частицы. В одной из своих книг известный философ физики Марио Бунге писал: «Хотя большинство из нас ясно понимает, что квантовые теории – это карта новой территории, мы упорствуем в попытках понять ее с помощью классических терминов, примерно так же, как Колумб назвал Индией открытые им острова, потому что не осознавал всей новизны своего открытия».

Вспомним штампы научно-популярной литературы: на суд научной общественности», «эта точка зрения была единодушно осуждена...» Обычно суд представляется нам как беспристрастное взвешивание всяких «за» и «против». Недаром у Фемиды завязаны глаза. Но недаром и то, что подсудимый всегда предпочтет иметь красноречивого адвоката, который сумеет пробудить чувства судей и присяжных. Можно осуждать подверженность судьи чувствам, но можно осуждать его и за бесчувственность. Обе крайности здесь недопустимы. Если бы не это, судопроизводство можно было поручить юридически неграмотным, но чувствительным людям или, наоборот, бесчувственным компьютерам. Так почему же суд научной общественности должен быть иным? Почему можно сочувствовать пусть даже виновному человеку и нельзя сочувствовать пусть даже ошибающемуся ученому? К тому же в науке, как и в быту, «чем кумушек считать трудиться, не лучше ль на себя, кума, оборотиться?». Если предъявлять жесткие требования к новой теории, то их же надо предъявить и к старой.

Некоторые простые моральные истины каждый из нас вынужден открывать для себя сам. Когда я был школьником, то в числе прочих удовольствий ценил такое: дразнить нашу учительницу английского языка. Как-то раз шутка особенно удалась, англичанка была в ярости, а класс – в восторге. Довольный, я пришел домой и рассказал об этом матери. Она не одобрила подвига, и спросила: «Как ты думаешь, у вашей англичанки есть дети?» Я ответил, что, наверное, есть. «Тогда поставь себя на их место и представь себе, что твою мать до слез дразнят в школе».

Я не могу похвастаться, что всегда помнил об этом уроке. Во всяком случае, придя на научно-исследовательскую работу, я не представлял себе, что принцип «поставь себя на его (ее) место» играет не меньшую (а гораздо большую) роль и здесь. Если же выразиться точнее, – должен играть такую роль. И это тоже «принцип сочувствия».

Вернемся теперь к истории с отрицательной реакцией на книгу К. Вот какие претензии были предъявлены автору: прежде чем говорить об уровнях, надо было предъявить конкретные доказательства существования их, указать принципиальное различие закономерностей, соответствующих разным уровням, указать способы их установления и т.п. Если вдуматься в эти требования, то окажется, что, прежде чем говорить о

¹⁵ Эрвин Шредингер (Erwin Schroedinger, 1887–1961) – выдающийся австрийский физик, один из создателей квантовой механики, лауреат Нобелевской премии 1933 г. (Ред.)

геологических уровнях организации, надо закончить построение всей теоретической геологии.

Авторы рецензии вовсе не против концепции уровней организации как таковой. Они считают, что это весьма продуктивный подход к решению физических и биологических проблем. Тем самым подразумевается, что физики и биологи уже выполнили перечисленные требования. К сожалению, это не так. Если верить все тому же Марио Бунге, который Наверное знает, о чем говорит, положение в физике гораздо менее благополучно: «Хотя всякий может начертить довольно много различных диаграмм, отображающих предполагаемые отношения различных физических теорий, едва ли имеются какие-нибудь доказательства, что на самом деле имеют место именно такие отношения, а не другие. И никаких подобных доказательств не существует именно потому, что необходимость доказательств подобных метатеоретических утверждений, по-видимому, вообще еще не осознана. Но даже если она и признается, остается неизвестным, как приступить к доказательству. Инструменты имеются, но мы не владем искусством обращения с ними». Хотя Бунге и не упоминает собственно уровней организации, но именно о них идет у него речь.

Попытки четко сформулировать критерии уровней, формализовать и аксиоматизировать биологию делались неоднократно. Об этом еще в конце двадцатых годов писал англичанин Дж. Вуджер, а затем – целая школа американских биофизиков и математиков во главе с Н.Рашевским. Эта работа интенсивно ведется и сейчас. Нельзя сказать, чтобы подобные попытки были нацело бесплодными, но и крупных достижений что-то не видно. Во всяком случае, концепция уровней организации в биологии до сих пор не вышла из довольно туманного интуитивного состояния. Но никто не отвергает ее только по этой причине.

И вот теперь я беру на себя смелость утверждать, что критиками К., как в свое время критиками Дарвина, Дриша, первооткрывателя Альтамыры археолога-любителя Саутуолы и других пионеров науки, владело отнюдь не сочувствие к каким-либо непривычным идеям и не желание встать на место их авторов и «изнутри» прочувствовать авторскую позицию, а только стремление одолеть *интуитивно* неприемлемую идею, сокрушить *интуитивно* ненавистного противника.

Недаром в науке часто говорят о *борьбе* идей, взглядов, школ, направлений и т.д. Иногда борьба оказывается вынужденной. Надо ли было взывать к сочувствию и соинтуиции, когда позабывшие о науке и равнявшиеся к административной гегемонии полуграмотные люди фальсифицировали «порождение видов», силой насаждали «новое учение о биологическом виде». В такой ситуации надо было брать в руки оружие беспощадной полемики, разоблачения, оставляя прочие чувства в стороне. К счастью, такое случается не так часто, и мы не должны относить к самой науке «милитаристские» лозунги. Если оставить в стороне идеологические и политические стороны науки, с которыми нередко приходится считаться, и взять науку саму по себе, «в чистом виде», то она превращается

в одну из самых гуманных областей человеческой деятельности.

Что нас больше всего покоряет в жизни животных? Безусловно, их любовь к потомству и сообразительность. Нас трогает, когда мы видим, как родители обучают детенышей. Мы поражаемся, когда дельфин моментально соображает то, что от него хочет экспериментатор. Нам симпатично любопытство зверей. Люди долго недооценивали исследовательский инстинкт животных. Биологи с недоверием относились к простонародному убеждению в любопытстве зверей (и к соответствующим фактам). Благодаря этологическим исследованиям последних десятилетий представления о животных как о существах, думающих только о хлебе насущном, нацело оставлены. Животным недостаточно есть, пить и размножаться. Они активно ищут новизну в окружающем мире и ради этого готовы идти на немалый риск.

Человек унаследовал от животных эти инстинкты и достаточно осознал их. Забота о потомстве и обучение подрастающего поколения развились необычайно. Из исследовательского инстинкта выросли наука и философия. Что бы мы ни говорили об экономической роли науки, но ни сами ученые, ни люди, интересующиеся наукой, не ждут от нее одних лишь материальных благ. Знание окружающего мира освобождает человека от груза предрассудков и суеверий, делает его свободным, облагораживает его. Не это ли и называют гуманизмом? Так почему же в этой гуманной сфере должны царить примитивные представления о борьбе, победе, поражении, противнике, завоевании, суде, разгроме, наступлении и т. п.? Почему до сих пор живы в научной полемике эти атавизмы средневековых баталий за утверждение науки в ее элементарных и давно признанных правах? Не настало ли время остановиться в этой борьбе и спокойно разобраться во всех проблемах? Перспективен ли в конце концов сам метод борьбы?

Я не берусь отвечать на все эти вопросы. У меня давно зреет подозрение, что мы унаследовали от животных не только исследовательский, но и менее почтенные инстинкты. К их числу относится образование иерархии в коллективе. Посадите группу мышей в одну клетку, и вот уже они выясняют отношения. Проходит небольшое время, и мы уже можем различить царствующую альфу и загнанную, беззащитную омегу. Я не могу отделиться от мысли, что то же происходит порой в научных лабораториях. Так ли уж непохожи конфликты подрастающего самца в стаде с признанным вожаком и насколько подающего надежды новичка на признанных корифеев науки? В обоих случаях происходит стремление подняться в иерархии, утвердиться в ней как можно выше.

Возможно и то, что в людях далеко еще не изжит и другой инстинкт, унаследованный от животных, – ревнивая охрана «своей территории». Когда-то землевладельцы ставили столбы, чтобы отметить свои участки. Выражение «застолбить» идею или открытие – одно из самых расхожих в научной среде. «Охране территории» служит и право приоритета. «Потрясающий факт, – пишет наш известный математик П.С.Александров, – никто из великих представителей петербургской

школы – ни Чебышев, ни Ляпунов, ни Марков – не признавали Римана, тогда как мы склонны видеть в Римане, может быть, величайшего математика середины XIX в., непосредственного преемника Гаусса». И дальше П.С. Александров пишет о вновь и вновь повторяющейся «несовместимости» талантов, порождаемой «эмоцией вытеснения». «Это эмоция непризнания чего-то «лежащего вне меня», в известной мере какое-то подсознательное желание заполнить именно своим творчеством данную область деятельности и не допускать в этой области чего-то инородного», – пишет он в заключение.

Расстаться с этими и другими инстинктами не просто, даже осознав их. Часто они сильнее нас. Все же к самой науке они не имеют отношения. Поэтому не стоит прикрывать уступки эмоциям высокопарными рассуждениями об интересах науки.

К тому же сам метод борьбы, по меньшей мере, научно неэффективен. Несколько абзацами раньше я специально два раз подчеркнул слово «интуитивно». Напрасно критики Дарвина, Менделя, Дриша, Саутуолы и кого угодно другого думали и думают, что их возражения – безукоризненные доказательства. Если они сражаются с неформализованными, интуитивными взглядами, то в их распоряжении могут быть только такие же неформализованные, интуитивные средства. Интуитивные представления нельзя отвергнуть с помощью математических доказательств. Дуэлянты в науке, хотя они того или нет, вынуждены пользоваться одинаковым оружием. Вот аналогичный пример из другой области. Жена говорит мне: «Что-то мне не нравится этот твой приятель!» Разве можно переубедить ее соображениями, что он – автор сотни опубликованных работ, хороший спортсмен, имеет рост 190 см, и подобными анкетными выкладками? Остается только пожать плечами и возразить: «А мне с ним интересно».

С подобной ситуацией мы сталкиваемся и в науке, хотя здесь все завуалировано специальными терминами. Когда-то я увлекался проблемой движения континентов. Мне импонировала эта идея, несмотря на тогдашнее скептическое отношение большинства коллег. В дискуссии, развернувшейся в литературе, мне бросился в глаза любопытный аргумент. В одной статье шла речь о том, что присутствие ледниковых отложений в палеозойских толщах Индии трудно согласовать с принятием неподвижности материков. Раньше пробовали объяснить эти ледниковые наносы горным оледенением, но неудачно, поскольку среди ледниковых пород были открыты явно морские отложения. И вот один из противников дрейфа континентов, прекрасный геолог и человек незаурядного ума, признал эту трудность, а справиться с ней не смог. В строгую последовательность рассуждений ему пришлось ввести фразу: «Скорее всего, именно в дальнейшем исследовании этой области надо ожидать разъяснения трудностей и ради одного этого вопроса вводить дрейф не стоит». Недавно тот геолог скончался, наша намеченная встреча не состоялась, а я так я не успел спросить у него: «Этим фактом вы

пренебрегли, а другими воспользовались. Чем же вы руководствовались в подборе фактов?» Я не знаю, что бы он мне ответил, но в действительности вопрос и не нуждался в ответе, ибо ясно, что руководила этим геологом интуиция, предвзятость, хотя и не осознанная.

Противоборство между многими, если не всеми научными гипотезами имеет ту же подоплеку. Дискутируют (по сей день)) сторонники и противники наследования приобретенных признаков, еще далека от завершения дискуссия между последователями дарвиновского селекционизма и теми, кто отстаивает противоположные учения, – каких только споров не происходит во всех науках. И все спорщики ссылаются на факты, принципы и даже законы. Только проблемы, особенно наиболее важные, так и не сдвигаются с места. Люди часто просто не осознают, что интуитивную склонность к определенным постулатам и принципам, к определенным группам фактов нельзя побороть какими бы то ни было формальными доказательствами. Наш видный биолог, которого я считаю своим учителем, А.А.Любищев, широко известен в биологических кругах как наиболее последовательный противник селекционизма. т.е. эволюционного учения, считающего ведущим фактором эволюции естественный отбор. Нынешний вариант селекционизма известен под названием «синтетической теории эволюции». Любищев признавал естественный отбор лишь одним из многих факторов эволюции, причем далеко не самым важным. Он отдавал предпочтение факторам, заложенным в самих организмах, считал эволюцию направленной и в известном смысле predetermined свойствами организмов. Про тех, кто абсолютизировал роль естественного отбора, он часто говаривал, что ими руководят убеждения чувства. Он говорил это с упреком, и я соглашался с ним. Мне казалось, что уж мы-то настоящие рационалисты и держим в руках сокрушительные доказательства.

С тех пор моя позиция претерпела некоторые изменения. В частности, я пришел к выводу, что селекционизм нельзя начисто отвергать только из-за нетерпимости его приверженцев к выводам, кажущимся мне очевидными. Я нашел в селекционизме немало справедливого и понял, что надо не бороться с ним, а капитально дополнять учениями, издавна стоявшими к нему в оппозиции. Эта дополненная теория уже не будет селекционизмом, ибо естественный отбор сохранит в ней могущество, но окончательно утратит монополию. Это будет демократия или, если угодно, диалектическое единство многих факторов вместо неограниченной монархии одного. И еще одно я осознал с тех пор, как не стало моего учителя. Пришло понимание того, что им также руководили, да и мной должны руководить все те же убеждения чувства, пусть в ином обличье, чем у наших оппонентов. Жаль, что нам с Любищевым уже не довелось обсудить эту мысль.

Иными словами, мы не можем отвергнуть интуитивно выдвигаемую идею, набрасываясь на нее с жестким формализмом. Это все равно что рубить воду топором. Остается что-либо из двух: или менять инст-

румент, или кристаллизовать идею, приспособливая ее к инструменту. Немногие решаются на второй путь, ибо это значит работать вместо противника. Всегда хочется заставить его выполнить такую работу, на что он не согласен, поскольку идея устраивает его и без коренного улучшения с формальной стороны. Правда, встречаются люди, берущиеся за подобную работу вместо противника. Тот же Любищев положил немало сил, чтобы четко сформулировать постулаты неприемлемого для него селекционизма. В его работах, может быть впервые в истории биологии, были перечислены самые основные пары противоположных постулатов, т.е. антиномии, без разрешения которых теоретическая биология принципиально не может сдвинуться с места. Пожалуй, это и был «принцип сочувствия» в действии. Любищев работал фактически за своих оппонентов, помогая им в логическом завершении работы. Уже многие десятилетия, если не столетия, биология топчется вокруг главных антиномий. Будь это шахматная партия, любой арбитр давно зафиксировал бы ничью из-за повторения ходов. Ведь уже давно аргументы сторон ходят по одним и тем же кругам.

Застарелые бытовые конфликты, если они переросли в скандал, на худой конец может решить суд. В науке нет такой возможности, ибо посторонние, а значит, некомпетентные не могут вмешиваться в ее теории и идеи. Во всяком случае, такое вмешательство недопустимо по любому поводу. Значит, людям науки остается самим разбираться в своих проблемах. Мы уже установили, что агрессивность ведет или к вненаучным и негуманным методам, и тогда о науке можно не говорить «по определению», или к ничьей из-за «повторения ходов». Остается принять, что решение лежит в какой-то совершенно иной плоскости.

НАУКА И ЭТИКА

Я убежден, что остается только один выход, о котором уже говорилось раньше. Надо мысленно стать на место оппонента и изнутри с его помощью рассмотреть здание, которое он построил. Каждый ученый, если он действительно глубоко продумал проблему, лучше, чем кто-либо другой, знает слабые места своего сооружения. В пылу полемики он пытается прикрыть бреши всеми доступными средствами. Не будет этого пыла — и появится хотя бы принципиальная возможность, чтобы он сам рассказал о своих трудностях, сделав это по доброй воле. Ясно, что добрая воля несовместима с нажимом и унижением, но отзывается на взаимопонимание.

Ирвин, который уже упоминался несколькими страницами раньше, замечательно сказал: «Едва ли настигнешь истину, гоняясь с полицейской дубинкой за заблуждением. Нужно гнаться за самой истиной». Мы тратим немало сил, чтобы ниспровергнуть несогласных с нами и таким способом утвердить свою точку зрения. Мы редко идем на перемирие в

этой борьбе, нужное для того, чтобы хоть парламентаром войти в лагерь противника и убедиться, что глупости и упрямства в этом лагере не больше, чем в любом другом месте, и что здесь защищают, наряду с честью мундира, вполне достойные уважения постулаты и принципы.

Факты, которыми обставлены научные теории, часто подобны этнографическим особенностям: о них можно получить полное представление, лишь побывав на месте. Нам кажется, что мы знаем много о какой-то стране, но, приехав в нее, лишний раз убеждаемся: лучше один раз увидеть, чем десять раз услышать. Я знал о проблеме перенаселенности в Индии, но понял, что это такое, только увидев в иллюминатор самолета бесчисленные мелкие деревушки, чуть ли не сплошь устилающие землю, насколько хватает глаз. В самих деревнях дома стоят вплотную друг к другу вдоль узких улочек: земля не должна растрачиваться на дворы и проезды.

То же происходит и с фактами, которыми обставлена теория. Специалист по млекопитающим может знать о попытках описать форму радиолярий с помощью кристаллографических понятий, но не сможет оценить их глубокий смысл, пока сам не посмотрит в микроскоп на геометрически правильные скелеты этих поразительных существ.

Но простого личного знакомства с фактами мало. Надо еще суметь стать на место человека, который живет среди них и потому придает им какое-то особое значение. Надо прочувствовать, что свои выводы он делает не из-за плохого характера, а под давлением своего материала и в силу определенного склада мышления. Такое «встань на место другого» немыслимо, если люди относятся друг к другу высокомерно, без уважения и сочувствия, если на первом месте стоит задача убедить другого, а не стремление понять его.

Вот и получается, что неперменным и в высшей степени практичным условием разрешения наиболее фундаментальных противоречий, выросших на почве внимания к разным фактам и признания противоположных постулатов, приходится считать высокий уровень морального фактора – внутринаучной этики. Может быть, я несколько идеализирую прошлую историю физики, но мне всегда казалось, что именно в такой необходимой атмосфере доброжелательства и искреннего желания понять друг друга рождалась нынешняя неклассическая физика. Бор, Эйнштейн, Гейзенберг, Шредингер – отнюдь не единомышленники. Но разве можно сравнить их дискуссии, сохранившиеся в письмах, протоколах и воспоминаниях свидетелей, с перепалкой, возникшей по поводу того же «Происхождения видов» Дарвина, законов Менделя или «Витализма» Дриша.

Выход в свет «Происхождения видов» поверг в смятение умы как ученых, так и далеких от науки людей. Эту книгу воспринимали не только как биологический, но и как антирелигиозный, этический, социологический и даже политический трактат. Резонанс открытий современной физики, если исключить ее технические, в том числе военные, приложения, несравненно меньший. Людей, в общем, не очень-то волнует, что имеется теория, в которой понятие частицы, олицетворяющей

прерывность вещества, удалось соединить с понятием волны – воплощенной непрерывности.

Тесная связь биологических теорий с идеологическими и даже политическими давно осознана, а стало быть, вполне можно научиться обходить вненаучные подводные камни, тем более что и опыт уже имеется. Здесь я снова не упущу случая вспомнить А.А. Любичева, в архиве которого хранится интереснейшая и проникнутая духом взаимной симпатии переписка между ним и людьми совсем иных взглядов: Н.Г.Холодным, И.И. Шмальгаузенем, Е.С. Смирновым, Б.Н. Шванвичем и многими другими. Общий настрой как этой переписки, так и вообще отношений между этими столь разными людьми хорошо передал Д.А.Гранин в документальной повести «Эта странная жизнь».

Нет нужды специально говорить о том, что приверженность принципу сочувствия, обстановка взаимного доверия, искреннее стремление хотя бы интуитивно понять оппонента возможны лишь при серьезной мелиорации научных угодий. Я хочу еще и еще раз подчеркнуть: дело не в том, что в такой обстановке лучше работается, а в том, что это необходимое условие для разрешения фундаментальных противоречий между научными направлениями. Для ученого сменить интуитивно оправданный постулат немногим легче, чем для глубоко верующего сменить символ веры. История религий убеждает, что насилием можно заставить людей выполнять иные обряды, но не изменить вере. На такое же изменение обрядов идут и люди науки, подлаживаясь под вкусы дирекция, влиятельных членов редколлегии и потенциальных рецензентов.

Историки науки давно заметили закономерную смену систем постулатов и мировоззренческих установок, параллельно происходящую в разных науках. Каждой эпохе свойствен определенный господствующий стиль мышления, проявляющийся во внешне не связанных областях знания. Например, классическая механика Ньютона, подчиняющая всю Вселенную раз и навсегда заведенному порядку и нуждающаяся только в первотолчке высшего творческого начала, вполне согласовывалась с представлениями о неизменности когда-то сотворенных видов. Пресловутый кризис физики в начале нашего века многие сопоставляют с одновременным кризисом наивного плоского эволюционизма в биологии.

Еще более тесные мировоззренческие связи устанавливаются внутри научных областей. Всю совокупность господствующих теоретических положений и методов исследования нередко называют парадигмой – термином, используемым Т.С. Куном в нашумевшей книге «Структура научных революций». Под научной революцией он понимает смену парадигм и считает ее благодатной необходимостью. Все же не будем забывать старое мудрое правило: не надо из необходимости делать добродетель. Может быть, «научные революции» вовсе не благо, а крест, который принуждена, но не обязана нести наука. Очередная «научная революция» нередко восстанавливает в правах постулаты, смещенные с престола революцией предшествовавшей. Одна крайность сменяет дру-

гую. Маятник общественного мнения колеблется между немногими постулатами, и невольно появляется подозрение, что истина не лежит у этих полюсов. Замечено, что смена постулатов часто происходит не столько из-за того, что люди меняют свои убеждения, сколько из-за смены поколений: молодая научная поросль легче впитывает новые идеи.

Все только что сказанное – давно и хорошо известно. Казалось бы, разумные люди уже должны были бы извлечь из этого по меньшей мере два урока. Во-первых, смена парадигм должна быть не военной революцией, а мирной реформой. Нет смысла слишком цепляться за господствующую парадигму, как не надо удивляться снижению ее популярности. Значит, маятник научного мировоззрения уже готов покинуть место, занятое одним постулатом, и начинает стремиться к противоположной точке. Во-вторых, если противоположные постулаты порознь несостоятельны, надо находить такую точку, при которой их притяжение уравнивается и они становятся взаимно дополнительными, объединяются в непротиворечивом синтезе. Так иногда и поступают, но при существующем научном климате ученый, вставший на подобный путь, всегда рискует получить пинки с обеих сторон.

О том, что это именно так, я могу судить по собственному опыту. В одной из своих статей я попытался показать принципиальную возможность такой позиции, при которой одно из основных противоположений биологии, а именно селекционизм в духе Дарвина против номогенеза в духе Берга, снимается. Я был убежден, что мне удалось показать неполноту обоих прежних решений. Несмотря на резко отрицательный, но, к счастью, слабо аргументированный отзыв рецензента, ортодоксального селекциониста, статья была напечатана. Результат получился неожиданным для меня. Сторонники номогенеза упрекнули меня в симпатиях к селекционизму, а сторонники селекционизма причислили к «современным номогенетикам». Все произошло, как на кухне «Головы сарацина», когда доблестный мистер Пиквик бросился разнимать дерущихся идеологов желтых и синих. Он получил удар совком для угля с одной стороны и саквояжем – с другой.

УТОПИЯ И РЕАЛЬНОСТЬ

Всем сказанным до сих пор я делился со своими друзьями. Реакция была различной. Некоторые оспаривали мои мысли по существу. Они доказывали, что в спорах рождается истина, что нечего бояться научных битв, если они ведутся по правилам честного поединка. Провозглашение «принципа сочувствия» казалось им пропагандой беспринципности в науке. Я возражал, что отнюдь не ратую за согласие с любыми мнениями, в том числе взаимно противоположными. Я говорю лишь о том, что, опираясь на сочувствие и отвечая на интуицию соинтуицией, надо как можно глубже понять оппонента и только потом решать, можно ли с

ним согласиться или нет. Про «рождение истины в споре» я говорил, что никогда подобного не видел, во всяком случае на публичных дискуссиях с их ажиотажем и столкновением самолюбий. Что же касается призыва к соблюдению «правил поединка», то ведь именно к ним и относится «принцип сочувствия». Я думаю, что это главное из этих правил.

Другие мои слушатели указывали, что в моих рассуждениях нет ничего принципиально нового. Против этого я не имел ничего. Все же думается, в самой формулировке принципа сочувствия и в акценте на нем, даже в том, что ему дано какое-то самостоятельное название, может быть определенный смысл.

Наконец, третьи, и их было большинство, сразу сказали, что все это неплохо, но совершенно утопично. Что я мог на это сказать? Я сам не верю, что стоит мне погромче заявить о «принципе сочувствия», как за него сразу ухватаются руководящие научные органы всех стран, выйдут соответствующие постановления и начнется массовое братание злостных спорщиков, бывших врагов, прекратятся передергивания цитат и исчезнут рецензии, огульно охаивающие книги с интересными, но непривычными мыслями. У меня нет решительно никаких оснований для такого оптимизма. Все же я не вижу оснований для бездеятельного пессимизма. Кое-что сделать по любой, даже самой сложной общественной проблеме может каждый.

Прежде всего, есть путь личного примера. Это внешне самый простой, а по существу самый трудный путь. Легче всего требовать праведности от других, но стать праведником удается единицам. О личном примере я дальше распространяться не буду, поскольку здесь все ясно и так. О требовании к другим тоже не стоит говорить. Даже само слово «требование» в таком деле выглядит неуместно. Иное дело – пропаганда. Уже из разговоров с друзьями, как и я работающими в научно-исследовательских институтах, я понял, что многие из них не задумывались над тем, что улучшение климата науки не просто способствует продуктивной работе каждого, а является непременным условием разрешения наиболее сложных, отчасти вековых научных противоречий. Многие, и в том числе я сам до недавнего времени, были убеждены, что яркая вспышка полемики на заседании с поверженным противником в финале и есть истинная наука. Любо-дорого поглядеть на такую схватку.

Опять же приведу пример из собственной практики. Как-то я получил приглашение выступить на объединенном методологическом семинаре двух биологических учреждений. Предстояло обсуждение проблемы номогенеза. Меня пригласили как сторонника теории номогенеза Л.С. Берга (вспомните сказанное выше о моем отношении к селекционизму). В качестве противника номогенеза должен был выступить человек, с которым меня связывают давние приятельские отношения. Он выступал первым, а я вторым. В начале выступления я отдал должное своему оппоненту, особенно подчеркнув неагрессивный тон его выступления. Одним из первых вопросов к нам обоим, когда мы выска-

зывались, был такой, заданный с некоторым недоумением и, пожалуй, разочарованием: «Почему вы не были агрессивными?» Миротлюбивый тон наших выступлений был полностью скомпенсирован последующими ораторами, и публика, переполнившая зал, наверное, расходилась довольной спектаклем. Сознаюсь, что я долго держался спокойного тона, но потом все же не выдержал, когда один почтенный и известный ученый стал, не стесняясь в выражениях, говорить, что селекционизм окончательно доказан фактами и математическими выкладками, а поэтому говорить о его недостаточности просто несерьезно. Мобилизовав все доступное мне ехидство, я ответил, что эта аргументация сродни примитивной антирелигиозной пропаганде: космонавты летали, Саваофа не видели, — стало быть, его нет.

Теперь я жалею об этой выходке, так как этим самым я закрыл путь к откровенному разговору с этим достойным ученым. Едва ли он захочет говорить со мной в обозримом будущем. Значит, я никогда не сумею как следует и с его помощью разобраться в его позиции, постичь те глубокие и невидимые с поверхности постулаты, которые руководят его мыслями и высказываниями.

Позволяя себе подобные выходки против достойных и искренне убежденных в чем-то людей, я не задумывался о причинах этой убежденности. Мне казалось, что чем острее будет полемика, чем остроумнее будут выпады, тем легче будет пробить брешь в аргументации противника, тем лучше для самого противника. Я не понимал простой истины: любимая идея порой становится для ученого вторым «я», а ее крах оборачивается крахом личности. То же касается и научных коллективов. «Научные революции» дискредитируют и сметаю грандиозные системы идей, на которые настроены эти коллективы. Не будем строить иллюзий и изображать дело так, будто бы воодушевленные новой идеей массы ученых всегда охотно и дружно приветствуют новых пророков в своем научном отечестве. Несравненно чаще драма идей с неизбежностью порождает тяжелую драму людей. Я не вижу, какое иное средство, кроме «принципа сочувствия», можно «прописать» ученым, чтобы восприятие новых взглядов не было для них духовной драмой. В обстановке взаимной неприязни, недоверия, жесткой конкуренции никогда не будет сочувствия, как и не будет своевременной и справедливой оценки самого важного в науке — новых, неожиданных, глубоких и плодотворных идей.

КТО ПЕРВЫМ БРОСИТ КАМЕНЬ?¹..

С детства мне был симпатичен знаменитый Почемучка, не дававший продыха родителям. Но с возрастом люди научаются сами отвечать на вопросы, а некоторые забывают их себе задавать. Такие люди, по крайней мере для меня, невыносимы. Они все знают, разговаривать с ними – мучение, спорить с ними – все равно, что полемизировать с патефонной пластинкой. Всю жизнь они накапливают на некоем записывающем устройстве истину в последней инстанции и в конце концов чувствуют себя ее олицетворением. Отверзнув уста, они изрекают: «Наука доказала». Дальше следует готовая статья для энциклопедии или параграф в учебнике. Бывает, конечно, что эти люди чего-нибудь не знают, но уж тогда они точно знают, как это узнать.

С таким человеком у меня однажды произошло публичное столкновение. Обсуждались вопросы преподавания палеонтологии в университете. Я говорил о том, что студентов нередко учат выхолощенной и скучной систематике ископаемых животных и растений, а не творческой работе. Среди студентов палеонтология знаменита нудным заучиванием родов, семейств или отрядов, а когда они сталкиваются с новым материалом, то теряются, ибо научились определять ископаемых, но не научились их глубоко изучать. Я говорил о проблемах в наших палеонтологических познаниях, о трудностях работы и о том, что все это должен понять студент. Знание прорех не менее важно, чем знание достижений. Человек, о котором я говорю, ныне уже покойный, был до глубины души возмущен мной. Он страстно доказывал, что студенту не надо толковать о незнании, что это рождает скепсис и недоверие к учителям. Спорить с ним было бесполезно.

Размышляя обо всем этом, задаешь себе наконец вопрос вопросов: о чем можно, а о чем нет смысла спрашивать, есть ли вопросы с окончательными ответами и есть ли вопросы без ответов? Так, шагая от вопроса к вопросу, постепенно приходишь к философии, к той ее области, которую издавна зовут *диалектикой*. Парадоксально только, что люди, восславляющие диалектику, нередко берутся раз и навсегда отвечать на вечные вопросы.

* * *

Знание бывает приниженным, бытовым – мы знаем в лицо родных, знаем, что делать с ложкой и где купить хлеб. На противоположном полюсе знание возвышенное, научное – Земля обращается вокруг Солнца и вращается вокруг оси, для дыхания нужен кислород, который становит-

¹ Знание–сила. 1987. № 12. С. 74–80.

ся жидкостью при минус 183 градусах по Цельсию, если давление равно атмосферному. Во все времена человеческой истории находились люди, вытряхивавшие содержимое из копилки знания и принимавшиеся за создание картины мира. Но, видимо, во все времена находились и люди, которые, подобно Сократу, критически осматривали предлагавшуюся им картину и терроризировали создателей ее бесконечными вопросами.

То, что мы принимаем за крупницы истины, оседает на дне нашего сознания, лежит в основе нашего мироощущения. Накопленным золотым запасом обеспечены бумажные деньги расхожих мнений. Эта аналогия, как и всякая другая, может быть продолжена. А продолжить ее можно известной поговоркой: «Не все то золото, что блестит». И еще одно продолжение кажется уместным: чтобы доверять бумажным деньгам, надо удостовериться, что они действительно подкреплены золотым запасом.

Так и идут через всю историю познания рука об руку накопление и освоение, оценка и расчистка. За созиданием следует критика, за ней – новое созидание, снова критика. И так – без конца. Это – в идеале, на схеме, в жизни куда сложнее.

Все, что интересно, я записываю на библиографические карточки. Некоторые сразу уходят в картотеку, где будут стоять «до востребования», другие собираются в пакет, с которым я хожу в библиотеку. В нем – то, что надо прочесть. Этот пакет не дает мне жить спокойно. Он пухнет с такой скоростью, что некоторые карточки приходится вытряхивать, так и не обращаясь к самим работам. И все равно остается много такого, до чего никак не доходят руки.

Все мы лишь ходим по мелководью информационного океана и не в силах покорить его далее и глубин. Исследовать океан накопленного не легче, чем исследовать сам мир. И как раньше человечество придумало корабли, паруса, компас для дальних плаваний, так теперь наука все больше задумывается о средствах освоения океана знаний. Выпускаются разнообразные реферативные журналы, картотеки, автоматизированные информационно-поисковые системы. И еще об одном заботятся люди: как не ошибиться в ориентации, как не заблудиться и не уехать не в ту сторону, не сесть на камни или на мель.

Может быть, больше всего ученый боится попасть на ложную дорожку, где он не найдет ничего. Боится за себя и за все направление, к которому принадлежит. Смелые путешественники всегда вызывали уважение. Но чем смелее проекты новых исследований, тем более сильное сопротивление они встречают. За какой-то неощутимой гранью, знаем мы все, начинается область, уже не принадлежащая науке, какие-то слишком уж гипотетические, а может быть, и вовсе не существующие земли. Того, кто отправляется на их поиск и обещает их освоение, уже не уважают за смелость, а презируют за фантазерство и авантюризм. Сами же эти земли называют одним хлестким словом «лженаука».

Как же узнать, где начинается эта пресловутая «лженаука»? Можно, конечно, послушать по этому вопросу авторитеты. К сожалению, мне-

ния их расходятся, а о том, как подобрать подходящий авторитет, сами авторитеты, естественно, не высказываются. Еще досаднее, что великие люди меняли свои взгляды, которые, к тому же, можно по-разному истолковать. Историк физики Г. Холтон однажды заметил, что приверженцы каждой из конкурирующих философских школ, обращающихся за поддержкой к авторитету Эйнштейна, вполне в силах найти в его работах места, которые они могут «поднять на своей мачте как боевое знамя в борьбе против других». Известный русский ученый и публицист Н.Я. Данилевский советовал: «Отношение к авторитетам должно состоять в почтительной независимости». Последуем этому мудрому совету и попробуем сами разобраться в том, что особенно ценно, а что вредно для нынешней науки. К авторитетам же будем обращаться лишь тогда, когда они что-то высказали так, что лучше и не скажешь.

* * *

Как же различить область лженауки, как познакомиться с ней? На поверхности лежит такая возможность: взять несколько лженаук и посмотреть, чем они отличаются от науки настоящей, и дальше пользоваться полученными критериями. В последние годы кандидатов на отнесение к лженауке выдвигалось немало. Первое место среди них занимают телепатия и телекинез, но ими список не исчерпывается, в свое время в нем побывали и кибернетика, и семиотика, и еще кое-какие ныне вполне процветающие науки.

Но не будем помнить старое и обратимся к нашим временам и предлагаемому нам будущему. С помощью признанных борцов с лженаукой (такие есть, они, по-видимому, уже не в состоянии заниматься чем-нибудь иным, пока не прижгут последнюю голову гидре-лженауке) составим список ученых, подлежащих изгнанию из современной науки, и представим себе, что это изгнание свершилось. Прополов научную ниву, мы живем спокойной жизнью в мире... Стоп! Здесь возникает вопрос: а что же это будет за мир? Это будет мир чистой истины? Все же, наверное, нет. Так уж сразу и истины. Ведь людям свойственно ошибаться. Значит, тогда это будет мир истины и искренних, вполне оправданных заблуждений? Тоже не все ладно. Разве доказано, что лженауку, которую мы выставили за дверь, защищали только жулики и что их взгляды никак не оправданы? Наверное, надо искренне заблуждающихся ученых пригласить обратно и, извинившись, порасспросить об основаниях их взглядов, а затем переубедить их. А кто это будет делать? Тот, кто не заблуждается? А этих как найти, кто их будет искать? Очевидно, те, кто ведает истину, то есть не заблуждается. Но ведь они-то и требуются!

Неладно все получается. Не все так просто с заблуждениями, которые требуется искоренить, и истиной, которая призвана нам помочь. Пилат знал цену вопросу «Что есть истина?» Видимо, придется снизить требования к истинности мнений. Иначе нам бы пришлось зачислять в лжеученые всех ошибавшихся. В их число попадет великий И. Кант, ко-

торый когда-то писал, доверчиво ссылаясь на мнение врача Джеймса Линда, что высокая смертность английских матросов в болотистых лесах около реки Гамбии связана с вредностью воздуха, насыщенного флогистонем. Дарвин в «Происхождении видов» напоминает о нападках Лейбница на теорию всемирного тяготения. Лейбниц, в свою очередь, был возмущен, что Ньютон выдумывает какие-то мистические силы тяготения. Гете категорически отвергал ньютоновскую теорию цвета...

Впрочем, Гете крепко досталось сначала от Гельмгольца, который прямо писал, что он исследует природу как поэт, а не как ученый. К Гельмгольцу присоединились А.Г. Столетов, К.А. Тимирязев и другие. Лишь в начале нашего века стало ясно, что Гете создал не физику цвета, а физиологию восприятия цвета (физиологическую оптику).

Говорят, у великих людей великие заблуждения. Но ведь именно за заблуждения людей зачисляют в лжеученые. Мне возразят: у великих, кроме заблуждений, были истинные открытия. Так что же, взвешивать, чего больше, и уж потом выгонять? Или прощать заблуждения за достижения? А может, вообще не связываться с заблуждениями и искать другие критерии лженаучности? Некоторые борцы с лженаукой пришли как раз к такому выводу. Они предложили список признаков, по которым лженауку можно отличить, даже не анализируя истинности утверждений.

Вот невыдуманный пример такого списка: лженаука «исходит из дискуссионности любого научного положения, для нее $2 \times 2 = 4$ может быть заменено на $2 \times 2 = 5$. При этом лженаука, как правило, выступает не «по мелочам», она претендует на многое, на перестройку основных положений науки и практики». Другие к этому добавляют: лженаука отстаивает то, чего не может быть, а это «то» не может быть потому, что оно «противоречит законам природы». Главным же грехом лженауки выдвигается недоказанность ее претензий. Одна из газетных статей, посвященных борьбе с лженаукой, так и была озаглавлена: «Докажи свою правоту!»

Мне кажется разумным обсудить противоположный тезис. Думается, требование «докажи свою правоту» впору выдвигать не столько науке, сколько ее пресловутому антиподу – лженауке.

Что-нибудь «доказать» равносильно завершению исследования. Тогда проблема закрывается раз и навсегда. Другое дело – «доказывать», исследовать, размышлять, насколько хватает сил и разума. Чтобы что-нибудь доказать раз и навсегда (иначе слово «доказать» неуместно), надо это «что-нибудь» полностью познать. Теория же познания «доказывает» (но, конечно, не «доказала»), что любые научные объяснения и доказательства неизбежно страдают незавершенностью. А на завершенность объяснений и доказательств претендуют метафизические и мистические доктрины, а не научные системы знания.

Все, что установлено опытом – экспериментом и наблюдением, – не может претендовать на большее, чем на вероятность истинного вывода. Эта вероятность может быть сколь угодно высокой, но никогда не обрывается в догмат. Можно опровергать подобные рассуждения, и имен-

но это пытаются делать противники диалектики, но пока безуспешно. Диалектика допускает истинное знание, но не разрешает показывать пальцем, какое знание и в самом деле истинно.

Борцы с лженаукой часто берутся провозглашать окончательность некоторых конкретных физических законов и не допускают возможности обжалования их приговоров. Эти законы – истины в последней инстанции. К сожалению, не поясняется важное обстоятельство, – а именно на него указывает диалектика познания, – что вошедшие в учебники физики законы осмысленны лишь в рамках некой физической картины мира. Ею определяются общий статус законов, используемые в них понятия, соотношение законов, способы их проверки. Вне этой картины мира можно пользоваться такими законами для решения некоторых упрощенных практических задач, как можно и сейчас предсказывать солнечные затмения по системе Птолемея. Но это уже не будут фундаментальные природные законы.

Итак, наиболее рьяные борцы с лженаукой вступают в противоречие с теорией познания. Надо ли бороться с этими явлениями? Трудный вопрос. Смотри как бороться. Разоблачение отдельных лживых утверждений не сделает лжеца правдивым, а приведет лишь к более осторожному вранью. Бессмысленно гоняться за каждым необоснованным утверждением, как за мухами с мухобойкой. Надо заботиться о чистоте научного дома, чтобы мухам в нем нечем было питаться. Догматизм захочет на корню не тогда, когда мы будем тщательно прижигать каждый его росток, а когда мы подвергнем его экзамену по теории познания. Но прежде этот экзамен мы должны выдержать сами. За ответ типа «этого не может быть, потому что этого не может быть никогда» (или «...потому, что таковы законы природы») теория познания без колебаний поставит двойку, о каком бы конкретном утверждении ни шла речь.

* * *

Эти мысли я подбирал, читая научную литературу, слушая споры коллег и участвуя в них. Боюсь, что в ответ на вопрос: «А сам-то ты каков?» мне пришлось бы краснеть. Поэтому сейчас я именно делюсь мыслями, которые, конечно же, не склонен догматизировать. Я готов обсуждать любые другие точки зрения. В защиту же своей позиции, чтобы показать ее продуктивность хотя бы в каких-то ситуациях, мне хотелось бы приложить ее к какому-нибудь конкретному и достаточно типичному примеру. Я хочу взять крупную научную дискуссию, длящуюся много лет и не закончившуюся до наших дней, помнящую обвинения в ненаучности и даже в лженаучности, философских ошибках и некомпетентности. Это дискуссия в биологии об эволюционной теории, интересная, к тому же, не только биологам, – обстоятельство, кстати, сыгравшее немалую роль в остроте обсуждения.

Здравый смысл не допускает двух мнений по одному вопросу. Опыт же убеждает, что не найти даже двух полностью единодушных во

всем людей. Заявления о полном единомыслии обычно означают, что люди просто не стали копаться в разногласиях. Люди придумали множество способов борьбы с разногласиями – от дружеских увещаний до концлагерей. В течение всей истории человечества прослеживаются две противоположные тенденции. С одной стороны, это стремление к единству взглядов, пресечению всяческих разногласий, с другой – стремление к свободе мышления, признанию равноправия противоположных точек зрения. Так было и в истории науки, прежде всего математики.

Примеру математики все больше и больше следует физика. Однако ни столетний опыт математики, ни хоть и не столь длительный, но обнадеживающий опыт физики еще не вдохновили биологов. Сторонники разных биологических теорий сплошь и рядом ведут борьбу «на уничтожение». История биологии помнит случаи, когда оно было не только моральным, но и физическим. При такой остроте борьбы, казалось бы, должна происходить поляризация школ и объединение сторонников каждой из них. Определенная поляризация действительно происходит, но бросается в глаза и поразительное разнообразие мнений внутри самих школ. Только вариантов классификаций эволюционных теорий существует не меньше двух десятков. Сколько же существует самих теорий?!

Среди моих знакомых немало эволюционистов. Однако я не знаю двух человек, взгляды которых по эволюционным вопросам совпадают. Любопытно, что полярно противоположные эволюционные теории выдвигают исследователи, изучающие одну и ту же группу организмов. Например, и Л.С. Берг, и Д.В. Обручев были ихтиологами, причем весьма авторитетными. Тем не менее первый был автором антидарвинистского номогенеза, а второй был правоверным дарвинистом. Морфология растений вдохновила английского палеоботаника Х. Томаса на поддержку дарвинизма и пропаганду исторического подхода к формам растений, а его современника В. Тролля², – на опровержение дарвинизма и пропаганду структурного подхода. Два палеонтолога – наш, В.Е. Руженцев, и немецкий, О. Шиндевольф, – известны как выдающиеся специалисты по амmonoидеям (это одна из групп головоногих моллюсков). Располагая одним и тем же материалом, они делают из него прямо противоположные эволюционные выводы.

Невозможно указать все причины расхождений между исследователями. Этот интереснейший вопрос еще предстоит изучить историкам науки. Чаще всего причину видят в заблуждениях одних и правоте других, а дальше ищут источники ошибок или, наоборот, достижений. Такой подход, очевидно, служит не столько сближению точек зрения и, уж конечно, не их объединению по примеру математики, сколько продолжению борьбы средствами истории науки. Поэтому гораздо важнее вскрыть причины

² Вильгельм Тролля (Wilhelm Troll, 1897–1978) – выдающийся немецкий ботаник, профессор ботаники в университете Галле, а затем Майнца; разрабатывал типологически-сравнительный подход в морфологии растений, восходящий к идеям Гете. (Ред.)

именно расхождений, безотносительно к тому, кто прав, а кто виноват. В этом смысле интересные работы тех ученых, которые показали огромное влияние классической механики Ньютона на биологов конца XVIII – начала XIX века. Оказалось, что классический витализм, который нередко изображался как реакция на проникновение в биологию физико-химических методов исследования, был попыткой приложить к живым существам принципы классической механики. Пресловутые «жизненные силы» выдвигались виталистами по прямой аналогии с «силами тяготения» в механике. Механический, а не сверхъестественный смысл вкладывал в понятие «стремление к прогрессу» Ж.Б. Ламарк.

Историки науки любят связывать склонность к разным эволюционным теориям со спецификой того материала, с которым непосредственно имеет дело исследователь. Подчеркивалось, что поддержка палеонтологами антидарвинистских учений объясняется их некомпетентностью в генетике и молекулярной биологии. С другой стороны, противников дарвинизма среди генетиков упрекали в том, что они не знакомы с данными палеонтологии. Правда, можно заметить, что такие высказывания принадлежат большей частью не генетикам и не палеонтологам, а людям, которые сами не занимались конкретной наукой, а специализировались на истории эволюционных учений. Именно среди таких людей чаще всего встречаешь эволюционный экстремизм и наиболее отчаянное сопротивление всякому сближению противоположных эволюционных взглядов. Они нередко ведут себя как адвокаты, которые больше всего боятся, что суд не состоится из-за примирения сторон и они останутся без гонорара за выступление на суде. Думается, что уже приведенные примеры о различии взглядов между близкими по профилю исследований людьми заставляют с осторожностью относиться к гипотезе о тесной зависимости эволюционных взглядов и того материала, которым располагает исследователь.

Расхождения между исследователями, смена доминирующих воззрений во времени, безусловно, имеют и психологическую подоплеку. Человек, по-видимому, унаследовал от животных предков то, что этологи называют «запечатлением». Люди часто отдают предпочтение тому мнению, которое они узнали первым. Помню, как в четвертом классе начальной школы к нам в класс перешла большая группа учеников из параллельного класса. На первом же уроке арифметики выяснилось, что нас учили писать цифру 2 по-разному. Разгорелись ожесточенные споры, как же правильно писать двойку – с петелькой при основании или без нее. Дело доходило до рукоприкладства. Каждая из группировок была убеждена, что их учили правильно, что их учительница ошибаться в таком важном вопросе не могла.

Любопытно проследить не только разнообразие, но и смену эволюционных взглядов на протяжении жизни. Через это пришлось пройти и мне. Я навсегда запомню мучительность сомнений, растерянность, желание утвердиться в какой-то одной, непременно истинной эволюционной вере.

Я начал интересоваться теорией эволюции в старших классах школы. В университете мы слушали преподавание биологии в духе «нового учения о биологическом виде». Тогда для экзамена по дарвинизму было важнее помнить о порождении ржи пшеницей, чем штудировать сочинения Дарвина. Наш преподаватель дарвинизма излагал основы менделевской генетики только для того, чтобы затем заявить, что все это антинаучная чепуха, что никаких генов нет и не может быть, а вся наследственность – общее свойство организма плюс влияние среды.

Мы спорили с нашим преподавателем до хрипоты. Моим ударным аргументом была наследственная родинка на шее, передаваемая в нашей семье по отцовской линии. Я спрашивал, в чем же сходство среды, в которой выросли мой отец и я, и почему нет такой родинки у моих родных сестер. Наш преподаватель больше отшучивался, чем отвечал. Было видно, что он не верит тому, чему нас учит.

В те годы биологи с волнением встречали новые номера «Ботанического журнала» и «Бюллетеня Московского общества испытателей природы», в которых самые смелые и принципиальные наши биологи во главе с академиками В.Н. Сукачевым и И.И. Шмальгаузенем вели опасную борьбу с темным биологическим знахарством. Сочувствуя этим людям, мы впитывали и то учение, которое они отстаивали. Постепенно менялись времена. Вскоре мы уже бегали на лекции по современной генетике, организованные в старом здании Московского университета. В Большой Коммунистической аудитории, набитой битком, читал лекции академик И.Е. Тамм. Он говорил о молекулярных основах наследственности, о книге Э. Шредингера «Что такое жизнь?» Он открыто говорил о генах, о недавних работах Уотсона и Крика по расшифровке строения ДНК, о роли хромосом в наследственности, о перспективах генетики. Нам все это казалось чудом, откровением. Как было не поверить во все это, не присоединиться к этим людям, к их взглядам, их программе!

На старших курсах мы уже свыклись с современным дарвинизмом, с «синтетической теорией эволюции». Затем стали всплывать первые сомнения. Нам, палеонтологам, начали читать объемистый спецкурс по систематике всех основных ископаемых групп организмов. Иголкожих мы осваивали на лекциях и практических занятиях ныне уже покойной Н.А. Пославской, которая обладала паразитической способностью слушать и задавать вопросы, заставляя думать. Она внимательно выслушивала наши уверенные, как у всех старшекурсников, разглагольствования на эволюционные темы и однажды спросила, знаем ли мы о «Номогенезе» Берга. Мы, разумеется, ничего толком не знали. Она принесла книгу Берга. Работа эта вызвала в моем правоверном эволюционном мировоззрении первые трещины. Берг гипнотизировал эрудицией, гигантским количеством фактов, тем, насколько сильно его взгляды отличались от дарвинизма.

Здесь не место рассказывать о том, как я стал последователем Берга, и о том, как стал находить в его учении серьезные изъяны. Постепенно я пришел к выводу, что не надо противопоставлять берговский номо-

генез как учение о законах эволюции и теорию Дарвина, где основу составляет случайная изменчивость организмов. Вместо этого, поняв я, надо объединять эти теории в новую, «номотетическую» теорию эволюции. Однако попытки убедить других эволюционистов в необходимости такого объединения потерпели неудачу.

Теперь я не жалею, что так получилось, ибо дальнейшие размышления повели мысль совсем в другую сторону. Случилось, что я оказался втянутым в дискуссию о применении исторического метода в геологии. Суть дискуссии вкратце сводится к следующему. По мнению некоторых геологов, исторические реконструкции, широко распространенные в геологии, препятствуют проникновению в геологию формализации и математизации и тем самым превращению геологии в высоко-развитую современную науку. Противники этих взглядов указывали, что, поскольку геология по самой своей сути историческая наука, историзм должен занимать в ней ведущее место и присутствовать на всех стадиях исследования.

Проанализировав обе точки зрения, я пришел к выводу, что обе стороны по-своему правы. Историзм в его нынешнем виде действительно мешает формализации и математизации. В то же время без него нельзя обойтись. Значит, подумал я, надо заняться поиском путей к формализации самого историзма. Для этого надо прежде всего вычленить, ясно сформулировать основополагающие принципы историзма в геологии, принципы исторических реконструкций вообще. Здесь-то и обнаружились провалы в геологических принципах. Если спросить любого геолога – защитника историзма, каковы основные принципы исторических реконструкций, как они классифицируются, как они связаны друг с другом, то он или станет в тупик, или будет лихорадочно соображать «на ходу».

После года работы я составил пробный список принципов исторических реконструкций. Только тогда я по-настоящему понял, какая это сложная задача – восстановить прошлое и собрать доказательства, что получена вполне правдоподобная картина. Стало ясно и другое: полученные результаты имеют прямое отношение и к биологии, в частности к эволюционной теории. Одним из выводов был тот, что принципиально невозможно получить единственную окончательную историческую реконструкцию. Самое большее, чего можно достичь, – это предложить несколько наиболее правдоподобных гипотез, которые принципиально не смогут истребить друг друга научными средствами. Исследователь истории, хочет он того или нет, будет вынужден (если он не склонен к предвзятости) работать с целым семейством равноправных рабочих гипотез.

К этому выводу, хотя и совершенно другим путем, пришел еще в прошлом веке американский геолог Т.Чемберлин. Он выделил три стадии умственного развития, которые обозначил по доминирующему методу. Наиболее примитивная стадия пользуется «методом ведущей теории», когда все подгоняется к раз и навсегда принятой теории. С приобретением опыта появляется осознание риска подобной операции, и

место ведущей теории занимает «рабочая гипотеза». Но уже сама необходимость выдвижения рабочей гипотезы открывает возможность нескольких конкурирующих гипотез, а также невозможность окончательно доказать одну из них (в противном случае мы вернемся к «ведущей теории»). Происходит переход на высшую ступень, обращение к методу «множественных рабочих гипотез». Исследователь развивает одновременно все их семейство и старается относиться к его членам как к своим детям – беспристрастно.

То, что предложил Чемберлин, и то, что получилось у меня, говорит об одном. Надо не отвергать противоречащие друг другу теории, а жить в мире с ними всеми, понизив только их звание. Они должны называться рабочими гипотезами, а не теориями. Читатель, несомненно, уже понял, к чему я клоню. Именно метод множественных рабочих гипотез сулит теории эволюции выход из нескончаемых и ставших уже бесплодными дискуссий. Сейчас надо не столько опровергать одни варианты с помощью других, а развивать любые осмысленные и интересные теоретически варианты эволюционизма. Затем, как это начинает происходить в физике, надо попытаться довести каждый из конкурирующих вариантов до наибольшей доступной степени абстракции, а потом попытаться «склеить» их на этом уровне, получая многомодельную теорию эволюции, охватывающую и то, что наблюдается, и то, что теоретически не запрещено, но пока не наблюдалось.

* * *

«Крапчик, действительно, был любознателен и любил всякое дело, как ищейка-собака, вынюхать до малейших подробностей и все потом внешним образом запомнить». Так охарактеризовал А.Ф. Писемский в романе «Масоны» человека, которого вполне можно назвать знающим.

В общезнании мы различаем знающих и мудрых, отдавая предпочтение последним. Так и наука бывает знающей, а бывает мудрой. Мудрость науки – в ее методологии. Информационный взрыв нынешней науки – это взрыв знания, а не расцвет мудрости, методологии. Между тем, только методология способна обуздать информационный взрыв, давая ориентиры в океане знаний, кристаллизуя рыхлые массы частных наблюдений в стройные теории. Науке нужен методологический перелом, а единственный путь к нему – диалектизация мышления.

Речь не о том, чтобы, усвоив параграфы философского учебника, натаскаться давать обтекаемые ответы на любые вопросы или высокопарно рассуждать на отвлеченные темы. Речь идет о другом – умении ставить вопросы. В этом умении соль диалектики, той диалектики, которую завещал нам Сократ. Диалектика познания, предъявив человечеству множество вопросов, предложила и такие ответы, которые мы храним как основополагающие постулаты. Они обобщают многовековой опыт человеческого познания. Одним из них мы опять же обязаны Сократу: «Я знаю, что

ничего не знаю, а другие не знают даже этого». Здесь нет и следа самоуничтожения разума, ибо нельзя понимать слова Сократа буквально.

Нашего знания вполне достаточно для того, чтобы чувствовать себя «человеком разумным», способным к непрестанному постижению окружающего мира и самих себя. Но его никогда не будет достаточно, чтобы сказать, довольно потирая руки: «Наконец-то я это познал до самых корней, и никто не посмеет сказать, что я не прав!»

Нашего знания достаточно, чтобы задавать природе и друг другу осмысленные вопросы. Но его никогда не будет хватать, чтобы побивать камнями других и иметь право не обращать внимание на то, что сам не успел продумать и осознать.



Сергей Викторович Мейен (1935-1987), выдающийся российский палеоботаник и биолог, доктор геолого-минералогических наук, вице-президент Международной организации палеоботаники (1978-1987). В книге собраны его популярные статьи об ископаемых растениях, фундаментальных проблемах геологии, теории биологической эволюции, теоретической биологии, методологии и этики науки, опубликованные в журналах "Знание-сила", "Природа", "Химия и жизнь", а также в брошюре "Листья на камне".

